

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-108866

(43)Date of publication of application : 18.04.2000

(51)Int.Cl.

B60T 8/32

B60R 21/00

B60T 7/12

(21)Application number : 10-285168

(71)Applicant : AISIN SEIKI CO LTD
TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 07.10.1998

(72)Inventor : LOEWY GAUDI
SCOTT ANDREWS

(54) AUTOMATIC BRAKE DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a braking profile suited to a human feeling when braking is applied to place a target distance from an obstacle ahead and set an identical speed.

SOLUTION: An automatic brake device is provided with a profile computing means for computing a braking profile shown in the drawing, which has a distribution of a wheel braking level at required for a series of a relative distance x_0 between a vehicle and an obstacle ahead, its target value x_f , a relative speed V_0 , a braking start delay time t_3 require for setting a relative distance corresponding to the target value V_f and relative acceleration a_0 equal to the target value X_f or higher and a relative speed equal to the target value v_f or lower, a braking level increasing time t_r , a fixed level holding time t_c and a reducing time t_f , and a means for controlling a wheel brake according to the braking profile. The wheel

baking level at is set to one of $a_{max}/4$, $a_{max}/2$, $3a_{max}$ and a_{max} , and the total quantity of braking is adjusted by the holding time t_c for maintaining at.

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any

damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A relative distance as a following run state from a run state containing relative-distance x_0 and relative velocity v_0 of vehicles and an object of the front Desired value x_f . A braking profile which becomes by distribution of a wheel braking level to a sequence of each time when relative velocity contains wheel braking level enhancement time t_e , required to consider it as desired value v_f , constant level retention time t_c , and reduction time t_r in this order, An automatic braking apparatus provided with profile calculating means; to calculate and braking control means; which controls a car catcher stage of said vehicles according to this braking PUROIRU.

[Claim 2]The automatic braking apparatus according to claim 1 which said profile calculating means provides constant level a_t provided in constant level retention time t_c in one of two or more of the braking levels which classifies into several steps a braking level region in which automatic braking of said vehicles is possible, and sets each time length according to a defined braking level.

[Claim 3]Said profile calculating means provides reduction time which returns a wheel braking level to zero from wheel braking level enhancement time raised to a peak value, and this peak value in a standard value, Relative velocity to consider it as desired value v_f when a relative distance corresponding to said run state information serves as desired value x_f . Necessary, Compute the above-mentioned peak value and to said peak value in said two or more braking levels a braking level by the side of the latest and a low, It provides in wheel braking level a_t of said constant level retention time t_c , The automatic braking apparatus according to claim 2 which rises to this braking level a_t , and computes ***** braking level enhancement time t_e , reduction time t_r , and constant level retention time t_c .

[Claim 4]The automatic braking apparatus according to claim 1, 2, or 3 containing braking delay period t_d which does not add braking from a time of a braking profile calculating it to a start of said wheel braking level enhancement time t_e on parenchyma.

[Claim 5]Said profile calculating means to said wheel braking level enhancement time t_e and reduction time t_r . Wheel braking level a_t of constant level retention time t_c is computed by giving a value beforehand defined in order not to spoil **** of a crew member of said vehicles, When desired value x_f of a relative distance and desired value v_f of relative velocity are not obtained by computed wheel braking level a_t , The automatic braking apparatus according to claim 1 which makes either [at least] said wheel braking level enhancement time t_e or reduction time t_r a value from which desired value x_f of a relative distance and desired value v_f of relative velocity are obtained.

[Claim 6]In effective wheel braking level a_t , wheel braking level enhancement time t_e , and reduction time t_r

which searched for said profile calculating means by claim 5, The automatic braking apparatus according to claim 5 which sets necessary constant level retention time t_c as said braking profile making relative velocity into desired value v_f when a relative distance serves as desired value x_f .

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Although this invention in particular is not the intention which limits fault approach on the static object of a vehicle front, or the precedence vehicles (these are called an obstacle below) under run to this about automatic braking for evasion, on a car, it checks the front automatically, When the obstacle of the method of the travel lane kickback of self-vehicles is detected, it is related with automatic braking by a computer which performs automatic deceleration in automatic braking of a wheel brake so that a crew member's amenity may not be spoiled as much as possible but fault approach may be avoided as much as possible.

[0002] This automatic braking is automatic-stay control which will make this object stop self-vehicles automatically by the time it carries out fault approach, when an obstacle is a static object. When it is the precedence vehicles which an obstacle is running, it is automatic deceleration control for avoiding fault approach on precedence vehicles.

[0003]

[Description of the Prior Art] The automatic braking apparatus indicated by JP,7-32995,A, It is supervised whether it judges whether a driver is in an operation improper state using a pulse sensor, and an obstacle is ahead with a front monitoring instrument, If a forward cardiac failure theory thing is detected when the driver is in the operation improper state, the possibility of a collision will be judged, if low [when it is high, it is large, and], target deceleration will be defined small, wheel-brake pressure is controlled so that vehicle deceleration agrees in this target deceleration, and this automatic deceleration is performed until vehicles stop.

[0004] The automatic braking apparatus indicated by JP,9-249103,A, The acceleration for detecting the distance and relative velocity to a forward cardiac failure theory thing, holding uniformly the distance to a forward cardiac failure theory thing, and following it based on them. The desired value which added to it an amended part (specifically deceleration of a negative value) which deters the creeping travel by an automatic gear is computed by asking (concrete target for negative value, i.e., deceleration), and wheel-brake pressure is controlled so that vehicles acceleration (deceleration of a negative value) agrees in this desired value.

[0005] There are some which are going to correct disorder or deviation from a travel lane of a body posture according to differential braking of a front and rear, right and left wheel brake other than what is going to slow down vehicles speed by these wheels braking in automatic braking.

[0006] Vehicle System Dynamics Supplement 25 (1996), A warning and Intervention System to prevent

Road-Departure Accidents of pp.383-396, Photo the scene of a vehicle front with a television camera, and image processing detects a travel lane, Detection information empty vehicle both the actions of other sensors on vehicles are presumed, and when the deviation which is not meant from a travel lane is produced, the feedback control which makes a deviation amount a controlled variable and considers a control input as wheel-brake pressure distribution adjusts a vehicle traveling direction automatically in the direction which returns to a travel lane.

[0007]Detection of the travel lane of a vehicle front and detection of rain width, a curve, front vehicles, etc. are indicated by JP,6-213660,A. The art which imitates a rain curve, carries out the steering of the television camera which photos a vehicle front scene to JP,9-96507,A, and pursues a forward travel lane is indicated. The braking steering which adjusts the posture or direction of movement of vehicles with the proportioning control of a wheel brake is indicated by JP,8-207737,A. by collecting such art, automatic braking for evasion of the fault approach to the above-mentioned fault approach and precedence vehicles to a static object and automatic braking for a vehicle traveling direction and body posture reform are realizable.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]By a situation, although various brake forces (a strong brake force, a weak brake force) are needed, braking for the fault approach evasion to a front static object, and braking for avoiding fault approach on precedence vehicles, Since quick braking tends to give a crew member dysphoria and insecurity, the brake which fully suited human being's sensibility in automatic braking is needed. A crew member's comfortable sensibility is related to the differential value (variation speed) of the acceleration (a plus value and a negative value are deceleration) of vehicles. a rising direction -- be -- a downward direction -- be -- if acceleration (a negative value, i.e., deceleration, is included) changes a lot, the mosquito of a direction of movement will be added to a crew member. Braking time will become long, if the obstacle ahead of a long distance is detected and braking of low deceleration is added, in order to avoid this.

[0009]Therefore, when deceleration is raised in time not to spoil a crew member's **** to a necessary value (acceleration expression lowering), and deceleration is lowered in time not to spoil a crew member's **** and it returns to zero (with no automatic braking), As for vehicles, it is preferred to be before a forward cardiac failure theory thing, to determine the slowdown profile used as the speed of a forward cardiac failure theory thing and the same speed (when an obstacle is stillness, it is vehicle speed =0), and its start timing t_d , and to carry out automatic braking according to the slowdown profile.

[0010]An object of this invention is to have suited human being's feeling in automatic braking to which a brake is automatically applied in order to stop vehicles in a target position or to make them into a target speed.

[0011]

[Means for Solving the Problem]A relative distance as a following run state from a run state containing relative-distance x_o and relative velocity v_o of vehicles and an object of the front (1) Desired value x_f , A braking profile which becomes by distribution of a wheel braking level to a sequence of each time when relative velocity contains wheel braking level enhancement time t_r required to consider it as desired value v_f , constant level retention time t_c , and reduction time t_r in this order, An automatic braking apparatus provided

with profile calculating means (10); and braking control means [which controls a car catcher stage (30, 51-54) of said vehicles according to this braking PUROIU] (10); to calculate.

[0012]In order to understand easily, in a parenthesis, numerals or a correspondence matter of a correspondence element of an example which is shown in a drawing and mentioned later was written in addition by reference. The following is also the same.

[0013]As long as a run state (x_o , v_o , a_o) allows according to this, Wheel braking level a_t of a terminal point of wheel braking level enhancement time t_r and this enhancement time t_r and reduction time t_r which do not spoil a crew member's **** are defined, And braking time sufficient in constant level retention time t_c which maintains wheel braking level a_t for evasion of fault approach with an obstacle can be taken. What is necessary is for wheel braking level a_t hung down also at a terminal point of a low value and this enhancement time t_r to make a high price wheel braking level enhancement time t_r , and just to make a climbing speed of a braking level quick, if the urgency of this braking is high. Weighting corresponding to a run state (x_o , v_o , a_o) can be performed to a crew member's amenity and each of fault approach evasion, and both balance can be aimed at.

[0014]

[Embodiment of the Invention](2) Said profile calculating means (10) constant level a_t provided in constant level retention time t_c . The braking level region in which automatic braking of said vehicles is possible (more than decelerating zero; in acceleration expression.) Below zero are provided in one of two or more of the braking levels ($a_{max}/4$, $a_{max}/2$, $3a_{max}/4$, a_{max}) classified into several steps, and each time length (t_r , t_c , t_r) is set according to the defined braking level.

[0015]According to this, the car catcher stage (30, 51-54) of vehicles, It can control to each of two or more of said braking levels ($a_{max}/4$, $a_{max}/2$, $3a_{max}/4$, a_{max}), and a braking control algorithm or a controller for what is necessary to be just to provide a braking level in a desired value can be simplified.

(3) Said profile calculating means (10), The reduction time (t_r) which returns a wheel braking level to zero from the wheel braking level enhancement time (t_r) raised to a peak value (a_t) and this peak value (a_t) is provided in a standard value (default value; $t_r=2\text{sec}$, $t_r=4\text{sec}$), . Corresponded to said run state information (x_o , v_o , a_o). Relative velocity to consider it as desired value v_f ($v_f \neq 0$) when a relative distance serves as desired value x_f (it is a distance-between-two-cars desired value corresponding to the travel speed when an obstacle is a static object and it is $x_f=3\text{-m}$; precedence vehicles) Necessary, Compute the above-mentioned peak value (a_t) and The inside of two or more of said braking levels ($a_{max}/4$, $a_{max}/2$, $3a_{max}/4$, a_{max}), Braking level a_t by the side of the latest and a low (acceleration expression high side) is provided in said peak value (a_t) at wheel braking level a_t of said constant level retention time t_c . It rises to this braking level a_t , and ***** braking level enhancement time t_r , reduction time t_r , and constant level retention time t_c are computed.

[0016]. Compute based on the standard value (2 sec) of run state information (x_o , v_o , a_o) and enhancement time t_r , and the standard value (4 sec) of reduction time t_r . A wheel braking level peak value (a_t) agrees in one in two or more braking levels ($a_{max}/4$, $a_{max}/2$, $3a_{max}/4$, a_{max}), And if braking according to this profile or pattern is started from the time of computing this peak value, When the calculation result that relative velocity becomes before a desired value x_f part obstacle below in desired value v_f ($v_f \neq 0$) is obtained, fault approach evasion braking as predicted can be realized by providing constant level retention time t_c in zero.

[0017]When relative velocity serves as desired value v_f ($v_f \neq 0$), and a relative distance is larger than desired value x_f (a relative distance has a margin), a part for time t_d corresponding to it and a braking start can be delayed. When such delay t_d is performed, a situation changes between delay (for example, an obstacle serves as absence), and the necessity for braking may be lost. If the target obstacle will become absence by the time it includes time delay t_d in a braking profile and this time delay t_d passes, by canceling automatic braking (braking profile) under setting out, automatic braking will not be started but the probability of performing automatic braking with low necessity will fall.

[0018]The wheel braking level peak value (a_t) computed based on the standard value (2 sec) of run state information (x_o , v_o , a_o) and enhancement time t_r and the standard value (4 sec) of reduction time t_r . Although it is the latest, one, for example, a_{max} , in two or more braking levels ($a_{max}/4$, $a_{max}/2$, $3a_{max}/4$, a_{max}), When higher (low in acceleration expression) than it, a_{max} is provided in braking level a_t (desired value). In this setting out, since it becomes the shortage of braking rather than the case where a peak value is set up, the part and constant level retention time t_c (value exceeding 0) it becomes insufficient this braking are defined. Supposing the car catcher stage (30, 51–54) of vehicles makes it possible to generate a 0.6 g (g: unit of gravitational acceleration) braking level and applies braking of about 0.6g, a crew member will be surprised if such braking is added automatically [a crew member's feeling is bad and].

[0019]By the way, if it is running, for example by h in 80 km /, a stillness obstacle is ahead [100 m] and it is going to stop with automatic braking, in order to stop just before an obstacle, Braking whose peak value for 9.6 seconds (it is the makeup time up to 0.42g for 4.8 seconds, and is the ***** time from 0.42g to 0 for 4.8 seconds) is 0.42g is needed. However, by according to this embodiment, rising to 0.3 g in enhancement time $t_r = 1$ second, and maintaining for [constant / level retention time $t_c = / 0.3g$] 6.5 seconds, and returning to 0 g in reduction time $t_r = 1$ second, The whole braking time is 8.5 seconds and can be similarly stopped just before an obstacle. Even if it uses the car catcher stage with low stop ability, the same braking as the case where stop ability is high is realizable.

[0020]When stop ability is high (for example, 0.6g capability), this invention can be applied similarly. In that case, since the braking level region is large, the number of two or more braking levels (thing corresponding to the above-mentioned $a_{max}/4$, $a_{max}/2$, $3a_{max}/4$, and a_{max}) which classify this field into several steps is increased, Constant level retention time t_c is introduced as much as possible, and peak level a_t is lowered so that a driver's comfortable sensibility may not be spoiled for automatic braking of a high braking level (for example, level over 0.3 g) as much as possible.

(4) A braking profile contains braking time delay t_d which does not add braking from the time of calculating it to the start of said wheel braking level enhancement time t_r on parenchyma.

[0021]That according to this it is running, for example by 80 km/h, and an obstacle is ahead [105 m] from the time of detecting, When the distance by after [of time delay $t_d =$] 0.2 second (i.e., an obstacle) is 100 m, ****, By starting automatic braking for 8.5 seconds ($t_r = 1$ second, $a_t = 0.3g$, $t_c = 6.5$ seconds, and $t_r = 1$ second), the whole braking time can be similarly stopped just before an obstacle.

[0022]Such time delay t_d , so that relative-distance x_o when a forward cardiac failure theory thing is detected is long, It can be set as long time, for example, can be set as several seconds in $x_o \geq 53m$ and $v_o \leq 26$ km/h, so that relative velocity v_o is low (drawing 9). Between time delay t_d for several of these seconds, an obstacle (precedence vehicles) may serve as non detection (it is absence on a self-vehicle

travel lane by rain change). Since braking will not be started if an obstacle is lost between time delay t_d , the probability which starts idle automatic braking decreases.

(5) Said profile calculating means (10) to said wheel braking level enhancement time t_r and reduction time t_f . Wheel braking level a_t of constant level retention time t_c is computed by giving the value (default value; $t_r=2\text{sec}$, $t_f=4\text{sec}$) beforehand defined in order not to spoil **** of the crew member of said vehicles, When desired value x_f of a relative distance and desired value v_f of relative velocity are not obtained by computed wheel braking level a_t . Let either [at least] said wheel braking level enhancement time t_r or reduction time t_f be a value from which desired value x_f of a relative distance and desired value v_f of relative velocity are obtained (drawing 3, subroutine 24 of drawing 5).

(6) In effective wheel braking level a_t , wheel braking level enhancement time t_r , and reduction time t_f which searched for said profile calculating means (10) above (5), Relative velocity to consider it as desired value v_f ($v_f \neq 0$) when a relative distance serves as desired value x_f (it is a distance-between-two-cars desired value corresponding to the travel speed when an obstacle is a static object and it is $x_f=3\text{-m}$; precedence vehicles) Necessary, Constant level retention time t_c is set as said braking profile (drawing 3, subroutine 26 of drawing 6).

(7) When said profile calculating means (10) is controlling the car catcher stage (30, 51-54) of said vehicles according to braking PUROIURU, The actual value between said vehicles and the object of the front authorizes whether it is in agreement with the point estimate computed according to said braking profile on parenchyma about at least 1 person of a relative distance (x_o), relative velocity (v_o), and relative acceleration (a_o) (59 of drawing 3). Thereby, ** of braking PUROIURU under execution and no can be judged.

(8) Said profile calculating means (10) newly calculates said braking profile there, when the actual value is as inharmonious as a point estimate (59 of drawing 3, 66-21-26). Thereby, braking PUROIURU is updated.

(9) After said braking control means (10) makes relative velocity (v_o) real upward glance mark value v_f ($\neq 0$) by the braking control according to a braking profile, said profile calculating means (10), Calculation of a new braking profile is suspended until a crew member's operation (brake pedal treading in) is detected. If there is brake pedal application by a crew member, since braking by a crew member is expectable, automatic braking for fault approach evasion is unnecessary.

[0023] Other purposes and features of this invention will become clear from explanation of the example of the following which referred to drawings.

[0024]

[Example] One example carried on one vehicles of this invention is shown in drawing 1. The television camera 160 supported by the rolling mechanism 170 is connected to image-processing ECU140. The rolling mechanism 170 builds in the electric motor and reduction gears for rotation.

The camera 160 has adhered to the output rotation shaft of reduction gears.

The rolling mechanism 170 is supported by a frame and installed near the top center of the front window of vehicles in the car.

The television camera 160 photos the scene of a vehicle front, and outputs a picture signal.

[0025] When the road curves, a possibility of photoing the direction from which the camera separated from the road surface is high. Therefore, in this example, in support of the camera 160 by the rolling mechanism

170 by image-processing ECU140. Travel lane detection of a vehicle front, calculation of the curve radius R of a lane, rain width calculation, rain deviation amount (amount of bias) calculation of self-vehicles, detection of the method obstacle of the self-vehicle travel lane kickback, calculation of distance x_o to a forward cardiac failure theory thing, calculation of relative velocity v_o with a forward cardiac failure theory thing. And the data which computes relative acceleration a_o and expresses these computed value x_o , v_o , and a_o is written in the addressing data storing region to brake control ECU10 of the memory for the DMA transfers inside image-processing ECU140. Brake control ECU10 (CPU) can use a DMA transfer at the time of necessary, and it can read the data of this field. When not detecting an obstacle, the steering of the camera 160 is carried out so that the visual field center of the camera 160 may be together put in the center of a lane. When an obstacle (for example, preceded vehicle) exists in a camera view, the steering of the camera 160 is carried out so that this obstacle may be put on a visual field center.

[0026]The composition and the function of camera 160 and image-processing ECU140 are similar to that by which the composition and the function about a steering of the camera 160 were indicated by said JP,9-96507,A again at said JP,6-213660,A. The left and the right white line which carry out image processing of the taken image of a camera, and divide a travel lane are detected, and the lateral distance XL of the vehicles antero-posterior axis of the center of breadth of a car and the left white line (detection line) and the lateral distance XR with the right white line (detection line) are computed. This treatment technique is indicated by said JP,6-213660,A. In this example, image-processing ECU140 computes the left-hand side deviation amount and right-hand side deviation amount of vehicles to a travel lane further. And let the large value be a rain deviation amount among the left and the right deviation amount.

[0027]And this rain deviation amount and it that information which is any of left-hand side and right-hand side at the time of rain detected information validity, the rain curve radius R , obstacle detection existence, and obstacle *****. With the information showing distance (relative distance) x_o , relative velocity v_o with an obstacle, and relative acceleration a_o to an obstacle. It writes in the addressing data storing region to cruise control ECU100 of the memory for the DMA transfers inside image-processing ECU140, and when travel lane detection is unsuccessful, "invalidity" is written in this field.

[0028]Cruise control ECU100 (CPU) can use a DMA transfer at the time of necessary, and can read the data of this field. The main functions of cruise control ECU100 are cruise control (constant-speed traveling control / distance-between-two-cars control) and rain deviation control. cruise control ECU100 -- these control -- under execution ***** -- irrespective of, when image-processing ECU140 has detected the obstacle, The movement speed of an obstacle is computed from relative velocity v_o and a self-vehicle speed, when this movement speed is zero (an obstacle is a static object), a fixed value (3 m) is given to relative-distance desired value x_r , and zero are given to relative velocity desired value v_o . movement speed exceeds zero (an obstacle -- a preceded vehicle -- both) -- it is -- sometimes, Give the distance-between-two-cars value beforehand matched with movement speed to relative-distance desired value x_r , and either constant-speed traveling control, distance-between-two-cars control or rain deviation control during execution, Zero will be given to relative velocity desired value v_o , if the value which becomes settled with the algorithm which performs the control is given to relative velocity desired value v_o and neither of the control is performed.

[0029]And information which cruise control ECU100 read from image-processing ECU140 (at the time of

obstacle detection existence and obstacle *****) Relative-distance x_o , relative velocity v_o , and relative acceleration a_o , Relative-distance desired value x_r and relative velocity desired value v_r which were set up, And at the time of the existence of constant-speed traveling control, distance-between-two-cars control, or deviation control, and Tamotsu, wheel-brake operation information (directions) is written in the addressing data storing region to brake control ECU10 of the memory for the DMA transfers inside cruise control ECU100.

[0030]The wheel-brake liquid circuit 30 contains a brake pedal, a vacuum booster, and a brake master cylinder, With the source of the 1st brake pressure which generates the brake pressure corresponding to a driver's brake pedal treading in (treading strength), and the pump by which motorised is carried out. The electromagnetic valve for wheel-brake pressure operation which supplies selectively one side of the source of the 2nd brake pressure which generates the 2nd pressure, the 1st pressure, and the 2nd pressure to the wheel brakes 51-54, And it is indicated by said JP,8-207737,A including a pair of electromagnetic valve for a boost and electromagnetic valve for decompression with which it equipped each wheel brake each one pair.

[0031]the wheels 51-54 of the last right, the front left, the back right, and the back left — each of the wheel speed sensors 41-44 detects each revolving speed, and the electrical signal (wheel speed signal) showing each wheel speed is given to brake control ECU10. brake switch SW45 which becomes close during treading in of a brake pedal — open (treading-in nothing : OFF of pedal)/— closed (those of a pedal with treading in: one) — the electrical signal to express is given to brake control ECU10. The yaw rate sensor YA detects the yaw rate of the body, the electrical signal showing the yaw rate (actual yaw rate) γ is generated, and it gives brake control ECU10. The electrical signal with which front-wheel rudder sensor θ_F detects angle of rotation of a steering wheel, and front-wheel rudder angle θ_F is expressed is given to brake control ECU10. The rudder angle of a rear wheel gives the electrical signal with which rear wheel rudder sensor θ_R detects and rear wheel rudder angle θ_R is expressed to brake control ECU10. The electrical signal with which torque sensor ST detects the steering torque T_r added to a front-wheel steering mechanism, and the steering torque T_r is expressed is given to brake control ECU10. The electrical signal with which an acceleration sensor (GX sensor) detects the body order acceleration g_x (a positive value is vehicles acceleration in a narrow sense, and a negative value is vehicle deceleration), and order acceleration is expressed is given to brake control ECU10. The electrical signal with which an acceleration sensor (GY sensor) detects the lateral acceleration g_y of the body, and lateral acceleration is expressed is given to brake control ECU10.

[0032]Brake control ECU10 reads the information on these sensors, a switch, etc., And the addressing data storing region to brake control ECU10 of the memory for the DMA transfers of cruise control ECU100, above-mentioned various data (obstacle detection existence, relative-distance x_o , relative velocity v_o , relative acceleration a_o , relative-distance desired value x_r , and the relative velocity desired value v_r —) [r and] And in addition, it reads and "braky control management (5)", "vehicles automatic braking" (6), and a "direction compensation process" (7) are performed.

[0033]In "braky control management (5)", a body drift amount and a body spin amount are presumed, The wheel brake which ****s wheel-brake pressure if it judges whether an excess-and-deficiency field has vehicles revolution based on the point estimate and is in an excess-and-deficiency field is determined, It is

included by the wheel-brake pressure proportioning control which supplies brake pressure to the determined wheel brake via the wheel-brake liquid circuit 30, and for this proportioning control. There are "B-STR control" for all the ring brakes and "2-BDC control" for a back 2 flower brake, There are two of the "B-STR-US" control for controlling the "B-STR-OS" control for controlling an exaggerated steer and understeer further in "B-STR control" for all the ring brakes. "ABS control" (antiskid control) and "TRC control" (traction control) are further included in "braky control management (5)."

[0034]"Vehicles automatic braking (6)" performs automatic braking for the fault approach evasion to a forward cardiac failure theory thing, generates the braking profile shown in drawing 7, and performs automatic braking according to this. These contents are explained in detail later.

[0035]"A direction compensation process (7)" computes the yaw rate desired value corresponding to the deviation amount of the self-vehicle to a self-vehicle travel lane which image-processing ECU140 detected, and it performs a wheel-brake pressure proportioning control so that a actual vehicles yaw rate may agree in a desired value. **** which becomes insufficient [the steering by braking force distribution control], Steering directions are given to 4WS control ECU60, and closed instructions of a subthrottle are given to throttle control ECU80, the rear wheel steering actuator 70 performs an auxiliary steering, an engine subthrottle is closed with the throttle actuator 90, and an engine output is lowered. The contents of these control are shown to said JP,8-207737,A.

[0036]The outline of the processing capability of brake control ECU10 is shown in drawing 2. If operating voltage is added, brake control ECU10 (CPU) will set an internal register, input/output port, and an internal timer as an initial state, and it will set the ON in ECU10, and an output interface as the input reading connection at the time of standby, and an output signal level (Step 1). In the following, into a parenthesis, the word of a step or a subroutine is omitted and only those numbers are described.

[0037]Start timer Tb for defining a control processing cycle, and And (2), Processing from input reading (3) to "renewal of data of a DMA memory (8)" is performed, waiting (9) and while waiting, the state of the electric circuit in ECU10 is checked for the time over of timer Tb, and the existence of (10) and abnormalities is judged (11). If it is normal and timer Tb carries out time over, timer Tc will be started and processing from (2) input reading (3) to "renewal of data of a DMA memory (8)" will be performed. In this way, if there are no abnormalities in the electric circuit in ECU10, Steps 2-9 will be repeated a parenchyma top Tb cycle, and will be performed.

[0038]If the detecting signal of operation, the input of the display board 20 and the sensors 41-45, YA, thetaF, thetaR, ST, GX, and GY is read in input reading (3), The state information referred to by "braky control management (5)", "vehicles automatic braking" (6), and a "direction compensation process" (7) is read from cruise control ECU100 by a DMA transfer (4). Namely, the data write field addressed to brake control ECU10 on the memory for the DMA transfers inside ECU100, Obstacle detection existence, relative-distance x_o , relative velocity v_o , relative acceleration a_o , relative-distance desired value x_f , relative velocity desired value v_f , and others are read by a DMA transfer.

[0039]Next, "braky control management (5)" is performed. Although these contents are the same as that of the thing of the indication to said JP,8-207737,A, When performing wheel-brake pressure control of either "2-BDC control" and "B-STR control" in this example, If the direction invitation for amendment from ECU100 is received, based on the command value (a rain deviation amount, the curve radius R) from

ECU100, target yaw rate yawO for braky steers will be computed, And the target yaw rate of the wheel-brake pressure proportioning control which ECU10 generated to "2-BDC control" and "B-STR control", Target yaw rate yawO part amendment (bias) is carried out for the braky steers to which cruise control ECU100 pointed, and it opts for wheel-brake pressure distribution corresponding to the amended target yaw rate. Thereby, the braky steer which cruise control ECU100 means is performed by brake control ECU10.

[0040]Next, "vehicles automatic braking (6)" is performed. Automatic braking of this is carried out for the fault approach evasion to an obstacle (the static object of the front on a self-vehicle travel lane, or the preceded vehicle under run).

The outline of the algorithm is explained here.

[0041]When obstacle detection existence data switches from those without an obstacle to those with an obstacle, the braking profile shown in drawing 7 there is assumed, and it is relative-distance x_o with the present obstacle. [m]Relative velocity v_o [m/sec] And relative acceleration a_o It corresponds to [m/sec²] and a relative distance (x_o) is relative-distance desired value x_r . [m]When becoming below, it is relative velocity (v_o) Relative velocity desired value v_r [m/sec] Braking level a_t (it is a negative value and deceleration and a unit are g) by the brake pressure of the wheel brakes 51-54 required to carry out the following, time delay t_d , enhancement time t_r , retention time t_c , and reduction time t_f [— all compute sec].

[0042]Although time delay t_d does not generate a parenchyma top brake force to the wheel brakes 51-54, even if it performs impression of the brake pressure of a grade which performs the drive for play of a damper, It is brake-force impression holding time until a brake force starts at a wheel the impression of this time (braking profile calculation time; starting point $t=0$ of the horizontal axis of drawing 7) to an effective brake force which is not given on parenchyma. Time for enhancement time t_r to start a braking level from 0 to $a_t=a_o+a_r$, time for retention time t_c to maintain a_t , and reduction time t_f are *****s from a_t about a braking level 0. Zero may be time delay t_d and retention time t_c .

[0043]It should rise from zero gently, a value should become large gradually, and saturation Perilla frutescens (L.) Britton var. crispa (Thunb.) Decne. should be gently carried out near the peak value, and it should fall gently, a value should become small gradually, and the deceleration given to a crew member when applying braking should serve as a smooth slowdown profile which falls gently near the zero again. A possibility of spoiling a crew member's **** as that is right is low. Rising only not only in high deceleration, the deceleration changes (decelerating differential value) with a high falling speed give a crew member dysphoria. So, at this example, it is the next. As shown in [several 1], decelerating starting and ***** were made into the cos function. [Several 1] expresses the braking level (a unit is gravitational-acceleration g) on the braking profile shown in drawing 7.

[0044]

[Equation 1]

$$a(t) = a_0 \quad \dots (11)$$

$$a(t_d) = a_0 \quad \dots (12)$$

$$a(t) = a_0 + \frac{a_b}{2} \left[1 - \cos \left(\frac{\pi}{t_r} (t - t_d) \right) \right] \quad \dots (13)$$

$$a(t_1) = a_0 + a_b = a_t \quad \dots (14)$$

$$a(t) = a_0 + a_b = a_t \quad \dots (15)$$

$$a(t_2) = a_0 + a_b = a_t \quad \dots (16)$$

$$a(t) = \frac{(a_0 + a_b)}{2} \left[1 + \cos \left(\frac{\pi}{t_f} (t - t_2) \right) \right] \quad \dots (17)$$

$$a(t_3) = 0 \quad \dots (18)$$

a_0 : 制動プロファイルの計算をした時刻 ($t=0$) の、
前方障害物に対する自車両の相対加速度 (計算値)

a_b : 自動ブレーキングによる制動レベル変化量 (計算値)

a_t : 自動ブレーキングによる制動レベルピーク値 (計算値)

$$a_t = a_0 + a_b$$

t_d : 自動ブレーキングの、開始遅延時間

t_r : 自動ブレーキングの、制動レベル増強時間

t_c : 自動ブレーキングの、定レベル保持時間

t_f : 自動ブレーキングの、制動レベル低減時間

$$t_1 = t_d + t_r$$

$$t_2 = t_d + t_r + t_c$$

$$t_3 = t_d + t_r + t_c + t_f$$

[0045] The primary integration which integrates with a braking level (g) one by one from the horizontal-axis (time-axis) starting point ($t=0$) expresses speed (speed which falls one by one by braking), and the integration, i.e., the secondary integration of a braking level (g), of primary integration (speed) expresses distance (mileage under braking).

[0046] Since it brakes so that relative velocity may be set to v_o to desired value $v_f=0$ when an obstacle is a static object, the relative-distance variation ($d=x_o-x_f$) under braking is what is called stopping distance. Since the distance between two cars matched with the travel speed is set as relative-distance desired value x_f and it becomes the distance-between-two-cars control by braking set to relative velocity desired value $v_f=0$ in the usual case when an obstacle is a preceded vehicle, In that case, the relative-distance variation ($d=x_o-x_f$) under braking is the relative-distance variation under braking slowdown for doubling the self-vehicle vehicle speed with the vehicle speed of a preceded vehicle literally.

[0047] To the secondary integral equation (formula showing the relative-distance variation d under braking) of the braking profile shown in drawing 7, by execution of this braking profile. Conditions that relative

velocity is made into v_o to v_f while a relative distance changes by relative-distance variation $d=x_o-x_f$ are given, It is [***** and] the next, respectively about each expression showing braking level peak value a_t which specifies a braking profile, enhancement time t_r , reduction time t_r , and time delay t_d . [Several 2] -What is shown in [several 5] is obtained. It is ***** about the expression showing retention time t_c which gives relative velocity v_o at the time of a braking start, and relative velocity v_f at the time of the end of braking to the formula showing the primary integral equation (deceleration amount under braking) of the braking profile shown in drawing 7, and specifies a braking profile at it, What is shown in [several 6] is obtained.

[0048]Distance with a forward cardiac failure theory thing the braking profile shown in drawing 7 x_o , From the time (braking profile calculation time) of relative velocity being v_o and relative acceleration being a_o , impress a braking effort after time delay t_d , and the starting is started, Make a braking level into peak value a_t after enhancement time t_r from this start, and maintain the braking level between retention time t_c to peak value a_t , and ***** of a braking effort is started from the time of retention time passing, From this ***** start, after reduction time t_r , ***** and when a braking effort returns to zero by this, as for a relative distance, x_f and relative velocity tend to make a braking effort v_f at zero.

Braking level peak value a_t is influenced by other parameter t_d [which specifies a braking profile as the conditions (x_o , x_f), (v_o , v_f), and a_o which are given], t_r , t_c , and t_r^{**} .

Although a detection value, x_f , and v_f are desired values (a fixed value or the value directed) and x_o , v_o , and a_o are values to which all are given, Time delay t_d , enhancement time t_r , retention time t_c , and reduction time t_r are the values which should be computed like peak value a_t .

[0049]That is, braking level a_t which should be computed, time delay t_d , enhancement time t_r , retention time t_c , and reduction time t_r , respectively, It is a parameter which influences each other mutually, and each value cannot be computed uniquely at once, Calculation becomes complicated and calculation takes time, so that the repetition calculation which gives several sorts of concrete values hypothetically to each parameter, repeats calculation of each value, and calculates the value of each parameter which maintained balance on the whole is required and there are many numbers of parameters. In order to reduce the number of these parameters, Retention time t_c is omitting in [several 2].

[0050]

[Equation 2]

$t_r \neq t_f$ のときは、

$$a_t = \frac{b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{-2a} \quad \dots (21)$$

$$a = Q(t_r^2 - t_f^2) \quad \dots (22)$$

$$Q = \frac{\pi^2 - 8}{4\pi^2} \quad \dots (23)$$

$$b = a_0 \left[\frac{(2t_d + t_r)^2}{4} - Q t_r^2 \right] + v_f t_f + v_0 (2t_d + t_r) - 2d \quad \dots (24)$$

$$c = v_f^2 - v_0^2 - a_0 \left[v_0 (2t_d + t_r) + a_0 \frac{(2t_d + t_r)^2}{4} \right] \quad \dots (25)$$

$t_r = t_f$ のときは、

$$a_t = \frac{v_f^2 - v_0^2 - a_0 \left[v_0 (2t_d + t_r) + a_0 \frac{(2t_d + t_r)^2}{4} \right]}{2d - v_0 (2t_d + t_r) - v_f t_r - a_0 \left[\frac{(2t_d + t_r)^2}{4} - Q t_r^2 \right]} \quad \dots (26)$$

V_0 : 制動プロファイルの計算をした時刻 ($t=0$) の、
前方障害物に対する自車両の相対速度 (検出値)

V_f : 目標相対速度

d : 自動ブレーキングによって相対速度検出値 V_0 を
目標相対速度 V_f にするまでの走行距離 (計算値)

$$d = X_0 - X_f$$

X_0 : 制動プロファイルの計算をした時刻の、
前方障害物に対する自車両の相対距離 (検出値)

X_f : 目標相対距離

[0051] Namely, in order to compute necessary braking level a_t in distance with a forward cardiac failure theory thing, the desired value of x_0 ** [several 2] x_f . The desired value of v_0 ** impresses a braking effort after time delay t_d from the time (braking profile calculation time) of v_f and relative acceleration being a_0 , and relative velocity starts the starting, Make a braking level into peak value a_t after enhancement time t_r from this start, and ***** of a braking effort is immediately started from this point in time, Desired value x_f and relative velocity shall compute braking level peak value a_t from which a relative distance becomes zero with desired value v_f (usual case $v_f=0$) about a braking effort when a braking effort returns to zero by this, ***** and after reduction time t_f from this ***** start. Therefore, if time delay t_d , enhancement time t_r , and reduction time t_f are given, braking level peak value a_t can be obtained. So, in calculation (24 of drawing 3) of the first time of braking level a_t at this example, a crew member's **** is not spoiled to enhancement time t_r and reduction time t_f -- it was comparatively alike and the large value ($t_r=2_{\text{sec}}$, $t_f=4_{\text{sec}}$) is given as a default value (standard value). In order to make low a possibility of becoming a brake lag, the value ($t_d=0.2\text{sec}$) small in comparison is given to time delay t_d as a default value (standard value).

[0052] When the urgency of fault approach evasion is high, when [that relative-distance x_0 is short] relative velocity v_0 is high, for example, Time delay t_d , enhancement time t_r , and reduction time t_f are so short that it

is high according to urgency, and, as for braking level a_t , it is preferred to avoid [which makes it high and avoids fault approach evasion if possible]. So, in this example, braking level a_t computed based on the default value is checked, Time delay t_d , enhancement time t_r , and reduction time t_f are shortened until it becomes being what (invalid value) separates from the effective range of a vehicles top brake system (30+51-54) with the value (effective value) of effective within the limits. When braking level a_t does not serve as effective value as for permissible shortest time (preset value) in time delay $t_d < t_{dmin}$ ($= 0.2$ sec), enhancement time t_r , and reduction time t_f , emergency braking is started immediately and an alarm is generated.

[0053]When braking level a_t of effective value is computed, retention time t_c of a braking level can be added (using $t_c > 0$), and the part braking level a_t can be lowered. For example, $d = 100$ m, $v_0 = 80$ km/h, $a_0 = 0$ m/s², When it comes out and computes with $a_t = 0.42g$, $t_d = 0$ sec, $t_r = 4.8$ sec, $t_c = 0$ sec, and $t_f = 4.8$ sec, As $a_t = 0.3g$, even if referred to as $t_d = 0$ sec, $t_r = 1$ sec, $t_c = 6.5$ sec, and $t_f = 1$ sec, fault approach evasion is realized. Also when the maximum brake force of automatic braking is an automatic braking system of $0.3g$, it becomes possible to realize the same automatic braking for fault approach evasion as the case where an automatic braking system with $0.42g$ or more of stop ability is used.

[0054]Starting of deceleration and **** are approximated with trigonometric functions or an exponential function other than a cos function, and the same braking profile can also be generated. In that case, even if expression differs, each value (a_t , t_d , t_r , t_c , and t_f) of an equal value is computed on parenchyma. However, Q values each change with expression to adopt.

[0055]

[Equation 3]

$$t_r = \frac{b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{-2a} \quad \dots (31)$$

$$a = (a_t - a_0) \left[\frac{a_0}{4} + Q a_t \right] \quad \dots (32)$$

$$Q = \frac{\pi^2 - 8}{4\pi^2} \quad \dots (33)$$

$$b = (a_t - a_0) (v_0 + a_0 t_d) \quad \dots (34)$$

$$c = a_t [a_0 t_d^2 - Q a_t t_f^2 + v_f t_f - 2d] + 2(a_t - a_0) v_0 t_d - a_0^2 t_d^2 + v_f^2 - v_0^2 \quad \dots (35)$$

[0056]

[Equation 4]

$$t_f = \frac{b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{-2a} \quad \dots (4.1)$$

$$a = -Q a_t^2 \quad \dots (4.2)$$

$$Q = \frac{\pi^2 - 8}{4\pi^2} \quad \dots (4.3)$$

$$b = a_t v_f \quad \dots (4.4)$$

$$c = a_0 \left[\frac{(a_t - a_0)}{4} T_1^2 - Q a_t t_r^2 - v_0 T_1 \right] \\ + a_t [Q a_t t_r^2 + v_0 T_1 - 2d] + v_f^2 - v_0^2 \quad \dots (4.5)$$

$$T_1 = 2t_d + t_r \quad \dots (4.6)$$

[0057]

[Equation 5]

$a_0 \neq 0$ のときは、

$$t_d = \frac{b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{-2a} \quad \dots (51)$$

$$a = a_0 (a_t - a_0) \quad \dots (52)$$

$$b = (a_t - a_0) (a_0 t_r + 2v_0) \quad \dots (53)$$

$$c = a_0 \left[\left(\frac{(a_t - a_0)}{4} - Q a_t \right) t_r^2 - v_0 t_r \right] + a_t [Q a_t T_2 + v_f t_f + v_0 t_r - 2d] + V \quad \dots (54)$$

$$Q = \frac{\pi^2 - 8}{4\pi^2} \quad \dots (55)$$

$$V = v_f^2 - v_0^2 \quad \dots (56)$$

$$T_2 = t_r^2 - t_f^2 \quad \dots (57)$$

$a_0 = 0$ のときは、

$$t_d = \frac{1}{2v_0} \left[2d - v_0 t_r - v_f t_f - \frac{(v_f^2 - v_0^2)}{a_t} - Q a_t (t_r^2 - t_f^2) \right] \quad \dots (58)$$

[0058]

[Equation 6]

$$t_c = \frac{2(v_f - v_0) - a_t(t_r + t_f) - a_0(2t_d + t_r)}{2a_t} \quad \dots (61)$$

[0059] In addition to the shape of a braking profile, each value of enhancement time t_r and reduction time t_f has big influence on ** to a crew member, and displeasure. The variation speed (absolute value of a decelerating differential value) of the deceleration by braking is so large that each time is short, and displeasure becomes large. On the other hand, if each value of enhancement time t_r and reduction time t_f is lengthened in order to make this variation speed small, it will become deceleration insufficient for fault approach evasion. So, in this example, within the stop ability of a braking system (30+51-54), each value of enhancement time t_r and reduction time t_f is defined according to a run state (x_o, v_o, a_o) so that it may be as

much as possible compatible in fault approach evasion and a crew member's comfortable maintenance.

[0060]The contents of "vehicles automatic braking (6)" are shown in drawing 3. It is confirmed whether when it progresses to this, brake control ECU10 (CPU) has an obstacle (21). That is, it is confirmed whether there is any forward object used as the candidate for fault approach evasion. If there is it, it will confirm whether to be having already set up automatic braking for the fault approach evasion to it (the state which calculated the braking profile and has been set as automatic braking although braking is not started, i.e., the progress waiting state of time delay t_d , *****) (22). That is, it is confirmed whether one (automatic braking under setting out) is written in register CP assigned to the internal memory of brake control ECU10. it is not under setting out — it is (the data of CP is 0) — (24) which writes one in register CP and sets up (23) braking level a_t .

[0061]These contents of "setting up a_t (24)" are shown in drawing 5. The register nvat for writing in the emergency braking important point information ("1") is cleared first here, and they are (71) and the above. According to [several 2], target deceleration, i.e., target braking level, a_t (value equivalent to $a_b + a_o$ on drawing 7) is computed (72). Here, since it is the calculation starting point, the default value ($t_r = 2 \text{ sec}$, $t_f = 4 \text{ sec}$) of a big value is given to t_r and t_f , and minimum t_{dmin} ($= 0.2 \text{ sec}$) is given to t_d .

[0062]Next, as for brake control ECU10, computed necessary braking level a_t is effective value (deceleration below a preset value.). In acceleration value expression of a broad sense which makes a positive value acceleration and makes a negative value deceleration, it confirms whether to be the acceleration beyond a preset value (73). In order to use with effective value that it is an invalid value (big decelerating value exceeding a preset value) temporarily, t_d , t_r , and t_f are updated and described above to a small value one step. According to [several 2], target braking level a_t is computed again and it is checked effective value for it (74–82). Repeat this until target braking level a_t of effective value is obtained, but. If enhancement time t_r or reduction time t_f becomes lower limit t_{rmin} or less than t_{fmin} between them, It concludes that automatic braking for which fault approach evasion is comfortable and good is impossible to a crew member, and progresses to the "emergency braking" (57) which writes 1 which shows an emergency braking important point in the register nvat, and is shown in (83) and drawing 3. if time delay t_d becomes less than minimum value t_{dmin} ($= 0.2 \text{ sec}$) — minimum value t_{dmin} — compulsive setting out — carrying out (79, 80) — it does not progress to "emergency braking (57)."

[0063]Lower limit t_{rmin} , more than t_{fmin} , and target braking level a_t will follow it "to set up t_c " up (26), if both enhancement time t_r and reduction time t_f become without effective value. [of drawing 3 for defining retention time t_c]

[0064]These contents of "setting up t_c (26)" are shown in drawing 6. The register nvtc for writing in the emergency braking important point information ("1") is cleared first here, and they are (91) and the above. Retention time t_c is computed according to [several 6] (92). Here, the value set up by the processing so far is used for target braking level a_t , time delay t_d , enhancement time t_r , and reduction time t_f . Relative-distance x_o , relative velocity v_o , and relative acceleration a_o are the values read from cruise control ECU100 at Step 4.

[0065]Retention time t_c which computed brake control ECU10 next confirms whether to be effective value, i.e., zero or more values, (93). In order to use with effective value that it is an invalid value (negative value) temporarily, t_d , t_r , and t_f are updated and described above to a small value one step. According to [several 2],

target braking level a_t is computed again and it is checked effective value for it (94–102). Repeat this until target braking level a_t of effective value is obtained, but. If enhancement time t_r or reduction time t_f becomes lower limit t_{rmin} or less than t_{fmin} between them, It concludes that automatic braking for which fault approach evasion is comfortable and good is impossible to a crew member, 1 which shows an emergency braking important point is written in the register nvtc (105), and it progresses to the “emergency braking” (57) shown in drawing 3. if time delay t_d becomes less than t_{dmin} — t_{dmin} forcible setting out — carrying out (79, 80) — it does not progress to “emergency braking (57).”

[0066]It describes above again that computed target braking level a_t is effective value. Retention time t_c is computed according to [several 6] (103). And it confirms whether computed retention time t_c is effective value (104), and if it is an invalid value, processing below reduction (94, 95) of enhancement time t_r and reduction time t_f will be performed.

[0067]It progresses to Step 28 shown to drawing 4 that computed retention time t_c is effective value, Target braking level a_t confirms in any of the five next fields divided by coarse quantization level $a_{max}/4$, $a_{max}/2$, $3a_{max}/4$, and a_{max} it is (28–31). In this example, it is $a_{max}^{**}-0.3g$.

[0068]

The 1st field (low undermoderation degree field) : More than $a_{max}/4$. The 2nd field. (Undermoderation degree field) : a_{max} / less than [4], and [more than $a_{max}/2$], The 3rd field (inside decelerating field) : a_{max} / less than [2] and [more than $3a_{max}/4$], and the 4th field (high deceleration field) It is less than 5th field (high high deceleration field): a_{max} : $3a_{max}$ / less than [4], and more than a_{max} .

[0069]In which field target braking level a_t is means the necessity and urgency of automatic braking for fault approach evasion. In being in the 1st field, the necessity and urgency of automatic braking become high one by one as necessity and urgency are low and become the 2–5th fields and a decelerating field high one by one.

1. When target braking level a_t is in the 1st field : each value t_d which brake control ECU10 sets up retention time $t_c=0$, and is held (32) and then, t_r , and target braking level a_t corresponding to t_r , Each value t_r which is computed according to [several 2] and is then held with (33) and computed target braking level a_t , and time delay t_d corresponding to t_d It is confirmed whether computed according to [several 5] and target braking level a_t moved to the 2nd field (34) and here (35), (39 which will carry out updating setting out of the target braking level a_t 1st level $a_{max}/4$ if it moves). And time delay t_d corresponding to target braking level $a_t=a_{max}/4$ is re-calculated (40). And retention time t_c corresponding to these target braking level a_t and time delay t_d is computed by performing “setting up t_c ” (41; the contents are the same as drawing 6). Zero or more, moreover, if t_r and t_f are more than a lower limit, computed retention time t_c , Value t_d which passed through Step 42, and was computed, set up or changed so far, t_r , a_t , t_c , and t_f . Determine it as a braking profile and (36), The decompression duty value of the wheel brake of a ***** sake is computed for deceleration as a function of time to zero between the boost duty value of the wheel brake for starting deceleration to $a_b=a_t-a_0$ between enhancement time t_r , and reduction time t_f . Although it sets up as a braky control input profile, a time limit value starts the timer of t_d and the brake force of a wheel brake does not act on a parenchyma top wheel, the initial boost which plays in the direction of a brake action and carries out the part drive of the damper is started (37).

[0070]With the check of Step 35, when the target braking levels a_t are a_{max} / more than 4, Without changing

target braking level a_t computed by the subroutine 33, Value t_d which he followed to sub**--** 36, and was set up or computed so far, t_r , a_t , $t_c=0$, and t_f . Determine it as a braking profile and (36). The decompression duty value of the wheel brake of a ***** sake is computed for deceleration as a function of time to zero between the boost duty value of the wheel brake for starting deceleration to $a_b=a_t-a_0$ between enhancement time t_r , and reduction time t_f . It sets up as a braky control input profile, and a time limit value starts the timer of t_d and starts an initial boost (37).

[0071]When it is relative-distance variation $d=x_0-x_f=100m$ which should be adjusted with braking, by the above processing braking level a_t . Corresponding to relative velocity v_0 (correctly v_0-v_f), it is set like the thick solid line shown in the field of $a_t \geq a_{max}/4$ on drawing 8.

2. When target braking level a_t is in the 2nd field : brake control ECU10 sets target braking level a_t as 2nd level $a_{max}/2$ (43). And like the time of setting 1st level $a_{max}/4$ as a_t of above-mentioned 1., By re-calculating time delay t_d and computing (40) and retention time t_c , if t_r and t_f are moreover more than a lower limit zero or more, (41) and computed retention time t_c . A braking profile is defined, (36) and a braky control input profile are set up, and a time limit value starts the timer of t_d and starts an initial boost (37).

3. When target braking level a_t is in the 3rd field : brake control ECU10 sets target braking level a_t as 3rd level $3a_{max}/4$ (44). And like the time of setting 1st level $a_{max}/4$ as a_t of above-mentioned 1., By re-calculating time delay t_d and computing (40) and retention time t_c , if t_r and t_f are moreover more than a lower limit zero or more, (41) and computed retention time t_c . A braking profile is defined, (36) and a braky control input profile are set up, and a time limit value starts the timer of t_d and starts an initial boost (37).

4. When target braking level a_t is in the 4th field : brake control ECU10 sets target braking level a_t as 4th level a_{max} (45). And like the time of setting 1st level $a_{max}/4$ as a_t of above-mentioned 1., By re-calculating time delay t_d and computing (40) and retention time t_c , if t_r and t_f are moreover more than a lower limit zero or more, (41) and computed retention time t_c . A braking profile is defined, (36) and a braky control input profile are set up, and a time limit value starts the timer of t_d and starts an initial boost (37).

5. When target braking level a_t is in the 5th field : in this 5th field, in order to perform fault approach evasion effectively, need a big braking effort and the urgency of automatic braking is high. However, the stop ability set as automatic braking of a wheel brake system (30+51-54), A possibility that braking effective in fault approach evasion must be realized, and braking time will become long is high by making the most of less than abbreviated $a_{max}^{**}-0.3g$, and setting up retention time t_c long in comparison. Then, minimum value t_{dmin} is first given to time delay t_d , record level a_{max} is given to (46) target braking level a_t , and (47) and other parameters give the value obtained in the process so far, Enhancement time t_r is computed according to [several 3] (48). Next, it performs "setting up a_t (54)" using each value defined so far, target braking level a_t is computed again, and t_r and t_f are adjusted if needed. The contents of "setting up a_t (54)" are the same as what is shown in drawing 5.

[0072]It is confirmed whether it is more than record level a_{max} (less than the stop ability of a wheel brake system) as target braking level a_t obtained by this re-calculation is effective value (55, 56). By computing retention time t_c as it is more than a_{tmax} , zero or more, moreover, if t_r and t_f are more than a lower limit, (41) and computed retention time t_c . The braking profile based on each value computed or set up so far is defined, (36) and a braky control input profile are set up, and a time limit value starts the timer of t_d and starts an initial boost (37). Target braking level a_t progresses to emergency braking (57: drawing 3), when an

invalid value, t_r during a stage augmenti, or reduction period t_r becomes in less than the lower limit.

[0073]By the above processing, target braking level a_t is set up like a solid line thick [on drawing 8] in target braking level a_t , when effective value, t_r during a stage augmenti, and reduction period t_r become more than the lower limit.

[0074]target braking level a_t — an invalid value — or, When t_r during a stage augmenti or reduction period t_r becomes in less than that lower limit and it progresses to emergency braking (57), this state, Since it is guessed that the fault approach evasion by automatic braking is impossible, in emergency braking (57), immediately, automatic braking of t_r = lower limit t_{rmin} during a stage augmenti and target braking level $a_t=a_{tmax}$ is started, and the alarm to (57) and a crew member is generated (58).

[0075]If automatic braking which the above-mentioned braky control input profile was set up, and the time limit value started the timer of t_d , and started the initial boost (37) is carried out to regular automatic braking below, After starting regular automatic braking or emergency braking (57), it progresses to "vehicles automatic braking (6)" Tb cycle. Please refer to drawing 3 again.

[0076]confirming whether a forward object continues first and brake control ECU10 exists, if it advances into "vehicles automatic braking (6)" — (21), if it exists, It confirms whether to be during execution of automatic braking (regular automatic braking or emergency braking) (the data of register CP is 1), and confirms that it is under (22) and execution, and whether to be during emergency braking (59).

[0077]Since it is during regular automatic braking if it is not during emergency braking, it is confirmed whether the present relative acceleration a_o agrees on parenchyma in target braking level a_p of addressing to current time of the braking profile set up by the subroutine 36 (60). Compute relative velocity v_p and relative-distance x_p which should be brought about at current time when just-like-that execution of the braking profile set up by the subroutine 36 is being carried out, if it agrees on parenchyma, and (61), They (point estimate) confirm whether to agree on present value v_o and x_o which image-processing ECU140 detected, and parenchyma (62, 63). That is, it is verified whether at Steps 60-63, automatic braking advanced as the braking-on parenchyma profile, and the slowdown of vehicles is realized to it.

[0078]If just-like-that realization is carried out, the present relative velocity v_o (detection value of image-processing ECU140) will confirm whether to be whether to have agreed on parenchyma in target relative velocity v_f (it became a terminal point of the braking profile) (64). If it judges whether there was any treading in of a brake pedal when it had agreed from the signal of the pedal switch 45 and there is pedal treading in about it, automatic braking will be canceled, an alarm will be called off and register CP will be cleared (67, 68).

[0079]If the present relative velocity v_o is not falling to target relative velocity v_f , the braky control input of the wheel-brake liquid circuit 30 will be updated with "a profile output (65)" to the control input of addressing to current time set up at the subroutine 37. Wheel-brake pressure is fold (constant value maintenance) as there is a thing the object for a wheel-brake boost and for decompression in the electromagnetic valve for the wheel-brake pressure operation in the wheel-brake liquid circuit 30 and both electromagnetic valves are valve closing.

[0080]Pressure-up speed becomes settled, the duty (valve opening time / 1 cycle time), i.e., the boost duty, of opening and closing which are pressure up as the electromagnetic valve for a boost is valve opening, and repeat it by making valve opening and valve closing into one cycle. In t_r during a stage augmenti, a braky

control input is the boost duty corresponding to t_r , a_t , and the time within a period (t), according to this, the opening-and-closing drive of the electromagnetic valve for a boost is carried out, and, thereby, the decelerating rise of the shape of \cos shown during the t_r on drawing 7 appears in vehicles.

[0081]Maintenance period t_c is a period which carries out fold of the wheel-brake pressure, and both the electromagnetic valve for a boost and the electromagnetic valve for decompression are maintained by valve closing in the meantime.

[0082]Decompression speed becomes settled, the duty (valve opening time / 1 cycle time), i.e., the decompression duty, of opening and closing which are pressure lowering as the electromagnetic valve for decompression is valve opening, and repeat it by making valve opening and valve closing into one cycle. In reduction period t_r , a braky control input is the decompression duty corresponding to a_t , t_r , and the time within a period (t), according to this, the opening-and-closing drive of the electromagnetic valve for decompression is carried out, and, thereby, the decelerating fall of the shape of \cos shown during the t_r on drawing 7 appears in vehicles.

[0083]"A profile output (65)" extracts the control input corresponding to current time in the braky control input profile corresponding to a braking profile (braky control input which makes time a parameter), and performs processing which considers it as the output which operates the increase of wheel-brake liquid circuit 30, and a decompression electromagnetic valve.

[0084]If "emergency braking (57)" starts automatic braking of $t_d=0$, $t_r=t_{rmin}$, and $a_t=a_{max}$ and this is started, If it checks and treading in is not detected, whether it advanced into "vehicles automatic braking (6)" after that, it progressed to Steps 59-70C, and there was any treading in of a brake pedal, Unless relative velocity v_o becomes parenchyma top v_f , with "a profile output (65)" between $t_r=t_{rmin}$, ****ing the wheel-brake pressure which starts deceleration to a_{max} between t_{rmin} , after progress of $t_r=t_{rmin}$ makes wheel-brake pressure fold. If relative velocity v_o becomes parenchyma top v_f or there is treading in of a brake pedal, this automatic braking (emergency braking) will be canceled and an alarm will also be called off (70C/64-67-68).

[0085]During automatic braking (regular automatic braking or emergency braking), if a forward object becomes nothing, through Steps 21 and 69, automatic braking will be canceled, an alarm will be called off (70A), and register CP will be cleared (70B).

[0086] $x_o=53m$, $x_f=3m$, $d=x_o-x_f=50m$, and v_o each value, $a_o=0$, and $v_f=0$ are given to the automatic-braking algorithm explained above, The result of having computed the braking profile of v_o each value is shown in drawing 9. t_d shown by an arrow on drawing 9, t_r , t_c , and t_f mean each time length in relative velocity $v_o=24$ km/h, and the value of braking level a_t at that time is a value lower than $a_{max}/4$. In each value of relative velocity v_o on drawing 9, the scattered painting-out field of the direction of a horizontal axis (time-axis) Enhancement time t_r , In the white space before that (left-hand side), time delay t_d and a black painting crushing field is [the white space between reduction time t_r and enhancement time t_r and reduction time t_f] retention time t_c .

[0087]In the example described above, it corresponds to relative-distance x_o , its desired value x_f , relative velocity v_o , its desired value v_f , and relative acceleration a_o . Braking level a_t , time delay t_d , enhancement time t_r , retention time t_c , and reduction time t_f are computed. In the 2nd example of this invention, as shown, for example in drawing 9, those computed values are acquired beforehand, Store in the memory (database) and in calculation (processing corresponding to the above-mentioned steps 24-41) of a braking profile. The

braking profile data (a_t , t_d , t_r , t_c , and t_f) corresponding to relative-distance x_o , its desired value x_f , relative velocity v_o , its desired value v_f , and relative acceleration a_o at that time. It reads from a database.

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-108866
(P2000-108866A)

(43)公開日 平成12年4月18日 (2000.4.18)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
B 6 0 T 8/32		B 6 0 T 8/32	3 D 0 4 6
B 6 0 R 21/00		7/12	C
B 6 0 T 7/12		B 6 0 R 21/00	6 2 7

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 21 頁)

(21)出願番号 特願平10-285168

(22)出願日 平成10年10月7日 (1998.10.7)

(71)出願人 000000011
アイシン精機株式会社
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地
(71)出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(72)発明者 ローイ ガウディ
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内
(74)代理人 100076967
弁理士 杉信 興

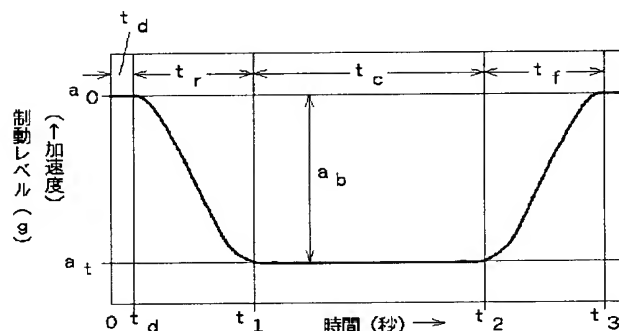
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 自動制動装置

(57)【要約】

【課題】 前方障害物に対して目標距離を置きかつ同速度にするために制動するとき、人間のフィーリングに合った制動プロファイルを実現する。

【解決手段】 車両と前方障害物との、相対距離 x_0 、その目標値 x_f 、相対速度 v_0 、その目標値 v_f および相対加速度 a_0 に対応した、相対距離を目標値 x_f 以上としかつ相対速度を目標値 v_f 以下とするに所要の、制動開始遅延時間 t_d 、制動レベル増強期間 t_r 、定レベル保持期間 t_c および低減期間 t_f の連なりに対する車輪制動レベル a_t の分布でなる図7の制動プロファイル、を算定するプロファイル演算手段 10；および、制動プロファイルに従って車輪ブレーキ 30、51～54 を制御する手段 10；を備える。車輪制動レベル a_t は、 $a_{max}/4$ 、 $a_{max}/2$ 、 $3a_{max}/4$ 、 a_{max} の1つに定め、制動総量は a_t を維持する保持期間 t_c で調整する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】車両とその前方の物体との相対距離 x_0 および相対速度 v_0 を含む走行状態から次の走行状態として相対距離が目標値 x_f 、相対速度が目標値 v_f とするに必要な、車輪制動レベル増強時間 t_r 、定レベル保持時間 t_c および低減時間 t_f をこの順に含む各時間の連なりに対する車輪制動レベルの分布でなる制動プロフィール、を算定するプロフィール演算手段；および、該制動プロフィールに従って前記車両の制動手段を制御する制動制御手段；を備える自動制動装置。

【請求項2】前記プロフィール演算手段は、定レベル保持時間 t_c に定める定レベル a_c を、前記車両の自動制動が可能な制動レベル領域を数段階に区分する複数の制動レベルの1つに定め、定めた制動レベルに応じて各時間長を定める、請求項1記載の自動制動装置。

【請求項3】前記プロフィール演算手段は、車輪制動レベルをピーク値まで上げる車輪制動レベル増強時間および該ピーク値から零に戻す低減時間を標準値に定めて、前記走行状態情報に対応した、相対距離が目標値 x_f となるときの相対速度を目標値 v_f とするに所要の、上記ピーク値を算出し、前記複数の制動レベルの中の、前記ピーク値に直近かつ低レベル側の制動レベルを、前記定レベル保持時間 t_c の車輪制動レベル a_c に定め、該制動レベル a_c に立上げそれから立下げの車輪制動レベル増強時間 t_r および低減時間 t_f ならびに定レベル保持時間 t_c を算出する、請求項2記載の自動制動装置。

【請求項4】制動プロフィールは、それを算定する時点から前記車輪制動レベル増強時間 t_r の開始までの、実質上制動を加えない制動遅延期間 t_d を含む、請求項1、2又は3記載の自動制動装置。

【請求項5】前記プロフィール演算手段は、前記車輪制動レベル増強時間 t_r および低減時間 t_f に、前記車両の乗員の快適を損わないために予め定めた値を与えて定レベル保持時間 t_c の車輪制動レベル a_c を算出し、算出した車輪制動レベル a_c で相対距離の目標値 x_f 、相対速度の目標値 v_f が得られないときには、前記車輪制動レベル増強時間 t_r および低減時間 t_f の少くとも一方を、相対距離の目標値 x_f 、相対速度の目標値 v_f が得られる値とする、請求項1記載の自動制動装置。

【請求項6】前記プロフィール演算手段は、請求項5で求めた有効な車輪制動レベル a_c 、車輪制動レベル増強時間 t_r および低減時間 t_f において、相対距離が目標値 x_f となるときの相対速度を目標値 v_f とするに所要の、定レベル保持時間 t_c を、前記制動プロフィールに設定する、請求項5記載の自動制動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両前方の静止物体又は走行中の先行車両（以下これらを障害物と称す）への過接近を回避のための自動制動に関し、特に、これ

に限定する意図ではないが、車上において前方を自動監視して、自車両の走行レーン上前方の障害物を検出すると、乗員の快適性を極力損なわず過接近を極力回避するように、車輪ブレーキの自動ブレーキングにて自動減速を行なう、コンピュータによる自動制動に関する。

【0002】この自動制動は、障害物が静止物体のときには、該物体に過接近するまでに自車両を自動停止させる自動停止制御であり、障害物が走行中の先行車両であるときは、先行車両への過接近を回避するための自動減速制御である。

【0003】

【従来の技術】特開平7-32995号公報に開示された自動制動装置は、脈拍センサを用いて運転者が運転不可状態にあるか否かを判定し、かつ、前方監視装置にて前方に障害物があるかを監視して、運転者が運転不可状態となっているとき前方障害物を検出すると、衝突の可能性を判定し、それが高いと大きく、低いと小さく目標減速度を定めて、車両減速度が該目標減速度に合致するように車輪ブレーキ圧を制御し、車両が停止するまでこの自動減速を行なう。

【0004】特開平9-249103号公報に開示された自動制動装置は、前方障害物までの距離および相対速度を検出し、それらに基づいて、前方障害物までの距離を一定に保持して追従するための加速度（具体的には、負値すなわち減速度）を求めて、それに、自動変速装置によるクリープ走行を抑止する補正分（具体的には、負値の減速度）を加えた目標値を算出し、車両加速度（負値の減速度）が該目標値に合致するように車輪ブレーキ圧を制御する。

【0005】自動制動には、これら、車輪制動によって車両速度を減速しようとするものの他に、前後左右車輪ブレーキの差動ブレーキングによって車体姿勢の乱れあるいは走行レーンからの逸脱を矯正しようとするものもある。

【0006】Vehicle System Dynamics Supplement 25 (1996)、pp.383-396の、A warning and Intervention System to prevent Road-Departure Accidentsは、車両前方のシーンをテレビカメラで撮影し、画像処理によって走行レーンを検出し、車両上の他のセンサの検出情報から車両挙動を推定し、走行レーンからの意図しない逸脱を生じたときには、逸脱量を制御量とし操作量を車輪ブレーキ圧配分とするフィードバック制御により、走行レーンに戻る方向に、車両進行方向を自動調整する。

【0007】特開平6-213660号公報には、車両前方の走行レーンの検出とレーン幅、カーブ、前方車両等の検出が開示されている。また、特開平9-96507号公報には、車両前方シーンを撮影するテレビカメラをレーンカーブに倣ってステアリングして前方走行レーンを追跡する技術が開示されている。更に、特開平8-207737号公報には、車輪ブレーキの配分制御により車両の姿勢又は進行

方向を調整するブレーキングステアリングが開示されている。これらの技術を集成することにより、上述の、静止物に対する過接近や先行車両に対する過接近を回避のための自動制動や、車両進行方向および車体姿勢矯正のための自動制動を実現することができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】前方静止物に対する過接近回避のための制動、ならびに、先行車両への過接近を回避するための制動は、状況により、様々なブレーキ力（強いブレーキ力、弱いブレーキ力）が必要となるが、急制動は乗員に不快や不安感を与え易いので、自動制動においては人間の感性に十分に合ったブレーキが必要となる。乗員の快適感性は、車両の加速度（プラス値、負値は減速度）の微分値（変化速度）に関係する。上昇方向であれ下降方向であれ、加速度（負値すなわち減速度を含む）が大きく変化すると進行方向の力が乗員に加わる。これを回避するために、長距離前方の障害物を検出し、低い減速度の制動を加えるようにすると、制動時間が長くなってしまふ。

【0009】したがって、乗員の快適を損わない時間で減速度を所要値に上げ（加速度表現では下げ）、そして減速度を乗員の快適を損わない時間で下げて零（自動制動なし）に戻したとき、車両は前方障害物の手前にあって、前方障害物の速度と同一速度（障害物が静止の場合は車速＝0）、となる減速プロフィールとその開始タイミング t_d を決定し、その減速プロフィールに従って自動制動するのが好ましい。

【0010】本発明は、車両を目標の位置に止めたり、目標の速度にするために自動的にブレーキをかける自動制動を、人間のフィーリングに合ったもの、とすることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】（1）車両とその前方の物体との相対距離 x_o および相対速度 v_o を含む走行状態から次の走行状態として相対距離が目標値 x_f 、相対速度が目標値 v_f とするに必要な、車輪制動レベル増強時間 t_r 、定レベル保持時間 t_c および低減時間 t_f をこの順に含む各時間の連なりに対する車輪制動レベルの分布でなる制動プロフィール、を算定するプロフィール演算手段(10)；および、該制動プロフィールに従って前記車両の制動手段(30,51~54)を制御する制動制御手段(10)；を備える自動制動装置。

【0012】なお、理解を容易にするためにカッコ内には、図面に示し後述する実施例の対応要素の符号又は対応事項を、参考までに付記した。以下も同様である。

【0013】これによれば、走行状態(x_o , v_o , a_o)が許す限り、乗員の快適を損わない車輪制動レベル増強時間 t_r 、該増強時間 t_r の終点の車輪制動レベル a_t および低減時間 t_f を定め、かつ、車輪制動レベル a_t を維持する定レベル保持時間 t_c にて、障害物への過接近の

回避に十分な制動時間をとることができる。この制動の緊急性が高いと、車輪制動レベル増強時間 t_r は低値、該増強時間 t_r の終点でもたらされる車輪制動レベル a_t は高値、として制動レベルの上昇速度を速くすればよい。走行状態(x_o , v_o , a_o)に対応した重み付けを、乗員の快適性と過接近回避のそれぞれに行なって、両者の釣り合いをはかることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】（2）前記プロフィール演算手段(10)は、定レベル保持時間 t_c に定める定レベル a_r を、前記車両の自動制動が可能な制動レベル領域（減速度零以上；加速度表現では、零以下）を数段階に区分する複数の制動レベル($a_{max}/4$, $a_{max}/2$, $3a_{max}/4$, a_{max})の1つに定め、定めた制動レベルに応じて各時間長(t_r , t_c , t_f)を定める。

【0015】これによれば、車両の制動手段(30,51~54)は、前記複数の制動レベル($a_{max}/4$, $a_{max}/2$, $3a_{max}/4$, a_{max})のそれぞれに制御できるものであればよく、制動レベルを目標値に定めるための制動制御アルゴリズムあるいはコントローラを簡略化することができる。

（3）前記プロフィール演算手段(10)は、車輪制動レベルをピーク値(a_t)まで上げる車輪制動レベル増強時間(t_r)および該ピーク値(a_t)から零に戻す低減時間(t_f)を標準値（デフォルト値； $t_r = 2\text{sec}$, $t_f = 4\text{sec}$ ）に定めて、前記走行状態情報(x_o , v_o , a_o)に対応した、相対距離が目標値 x_f （障害物が静止物のとき $x_f = 3\text{m}$ ；先行車両のときはその走行速度対応の車両間距離目標値）となるとき相対速度を目標値 v_f （ $v_f \equiv 0$ ）とするに所要の、上記ピーク値(a_t)を算出し、前記複数の制動レベル($a_{max}/4$, $a_{max}/2$, $3a_{max}/4$, a_{max})の中の、前記ピーク値(a_t)に直近かつ低レベル側（加速度表現では高側）の制動レベル a_t を、前記定レベル保持時間 t_c の車輪制動レベル a_t に定め、該制動レベル a_t に立上げそれから立下げる車輪制動レベル増強時間 t_r および低減時間 t_f ならびに定レベル保持時間 t_c を算出する。

【0016】走行状態情報(x_o , v_o , a_o)ならびに増強時間 t_r の標準値（2sec）および低減時間 t_f の標準値（4sec）に基づいて算出する、車輪制動レベルピーク値(a_t)が、複数の制動レベル($a_{max}/4$, $a_{max}/2$, $3a_{max}/4$, a_{max})の中の1つに合致し、しかも、このピーク値を算出した時点から、このプロフィール又はパターンに従った制動を開始すると、目標値 x_f 分障害物の手前で相対速度が目標値 v_f （ $v_f \equiv 0$ ）以下となるという計算結果を得た場合、定レベル保持時間 t_c を零に定めることにより、計算通りの、過接近回避制動を実現することができる。

【0017】相対速度が目標値 v_f （ $v_f \equiv 0$ ）となるとき、相対距離が目標値 x_f より大きい（相対距離に余裕

がある)場合には、それに対応する時間 t_d 分、制動開始を遅延することができる。このような遅延 t_d を行なうと、遅延の間に状況が変化(例えば障害物が不存在となる)し、制動の必要性が無くなることもあり得る。遅延時間 t_d を制動プロフィールに含め、この遅延時間 t_d が経過するまでに、対象の障害物が不存在になると設定中の自動制動(制動プロフィール)を解除することにより、自動制動は開始せず、必要性が低い自動制動を実行する確率が低下する。

【0018】走行状態情報(x_o , v_o , a_o)ならびに増強時間 t_r の標準値(2sec)および低減時間 t_f の標準値(4sec)に基づいて算出する車輪制動レベルピーク値(a_t)が、複数の制動レベル($a_{max}/4$, $a_{max}/2$, $3a_{max}/4$, a_{max})の中の1つ例えば a_{max} の直近ではあるが、それより高い(加速度表現では低い)ときには、 a_{max} を制動レベル a_t (目標値)に定める。この設定では、ピーク値を設定する場合よりも制動不足になるので、該制動不足となる分、定レベル保持時間 t_c (0を越える値)を定める。車両の制動手段(30,51~54)が例えば0.6g(g :重力の加速度の単位)の制動レベルを発生させることが可能であるとし、仮に、0.6g近くの制動をかけたとすると、乗員の心地が悪く、自動でそのような制動が加わると乗員はびっくりしてしまう。

【0019】ところで、例えば80Km/hで走っており、100m前方に静止障害物があって自動制動で停止しようとする、障害物の直前で止まるために、9.6秒間(4.8秒間は0.42gまでの立上げ時間、4.8秒間は0.42gから0への立下げ時間)の、ピーク値が0.42gの制動が必要となる。しかし本実施態様によれば、増強時間 t_r =1秒で0.3gに立上げ、定レベル保持時間 t_c =6.5秒の間0.3gを維持し、そして低減時間 t_f =1秒で0gに戻すことによって、全体の制動時間は8.5秒で、同様に障害物の直前で止めることができる。制動能力が低い制動手段を用いても、制動能力が高い場合と同様な制動を実現できる。

【0020】制動能力が高い場合(例えば0.6g能力)にも本発明を同様に適用することができる。その場合は、制動レベル領域が広いので、該領域を数段階に区分する複数の制動レベル(前述の $a_{max}/4$, $a_{max}/2$, $3a_{max}/4$, a_{max} に対応するもの)の数を多くして、高制動レベル(例えば0.3gを越えるレベル)の自動制動を、極力運転者の快適感を損なわないように、定レベル保持時間 t_c を可能な限り導入し、ピークレベル a_t を下げる。

(4) 制動プロフィールは、それを算定する時点から前記車輪制動レベル増強時間 t_r の開始までの、実質上制動を加えない制動遅延時間 t_d を含む。

【0021】これによれば、例えば80Km/hで走っており、105m前方に障害物があることを検知した時点から、遅延時間 t_d =0.2秒後すなわち障害物までの距離が

100mのときに上述の、全体の制動時間は8.5秒(t_r =1秒、 a_t =0.3g、 t_c =6.5秒、 t_f =1秒)の自動制動を開始することにより、同様に障害物の直前で止めることができる。

【0022】このような遅延時間 t_d は、前方障害物を検出したときの相対距離 x_o が長いほど、また、相対速度 v_o が低いほど、長い時間に設定することができ、例えば、 $x_o \geq 53m$ および $v_o \leq 26km/h$ では数秒に設定することができる(図9)。この数秒の遅延時間 t_d の間に、障害物(先行車両)が、非検出(レーン変更により自車走行レーン上に不存在)となる可能性がある。遅延時間 t_d の間に障害物がなくなれば、制動が開始されないの、無為な自動制動を開始する確率が低減する。

(5) 前記プロフィール演算手段(10)は、前記車輪制動レベル増強時間 t_r および低減時間 t_f に、前記車両の乗員の快適を損わないために予め定めた値(デフォルト値; $t_r=2sec$, $t_f=4sec$)を与えて定レベル保持時間 t_c の車輪制動レベル a_t を算出し、算出した車輪制動レベル a_t で相対距離の目標値 x_f 、相対速度の目標値 v_f が得られないときには、前記車輪制動レベル増強時間 t_r および低減時間 t_f の少くとも一方を、相対距離の目標値 x_r 、相対速度の目標値 v_r が得られる値とする(図3、図5のサブ-チン24)。

(6) 前記プロフィール演算手段(10)は、上記(5)で求めた有効な車輪制動レベル a_t 、車輪制動レベル増強時間 t_r および低減時間 t_f において、相対距離が目標値 x_f (障害物が静止物のとき $x_r=3m$;先行車両のときはその走行速度対応の中間距離目標値)となるとき相対速度を目標値 v_f ($v_f \neq 0$)とするに所要の、定レベル保持時間 t_c を、前記制動プロフィールに設定する(図3、図6のサブ-チン26)。

(7) 前記プロフィール演算手段(10)は、制動プロフィールに従って前記車両の制動手段(30,51~54)を制御しているとき、相対距離(x_o)、相対速度(v_o)および相対加速度(a_o)の少くとも一者に関して、前記車両とその前方の物体との間の実績値が、前記制動プロフィールに従って算出する推定値に実質上一致するかを検定する(図3の59)。これにより、実行中の制動プロフィールの適、否を判定する。

(8) 前記プロフィール演算手段(10)は、実績値が推定値と不一致のときには、そこで前記制動プロフィールを新たに算定する(図3の59,66-21~26)。これにより、制動プロフィールが更新される。

(9) 前記プロフィール演算手段(10)は、前記制動制御手段(10)が制動プロフィールに従った制動制御によって相対速度(v_o)を実質上目標値 v_f ($\neq 0$)にした後は、乗員の操作(ブレーキペダル踏み込み)が検出されるまで、新たな制動プロフィールの算定は保留する。乗員によるブレーキペダル操作があると、乗員による制動が期待できるの

10

20

30

40

50

で過接近回避のための自動制動は不要である。

【0023】本発明の他の目的および特徴は、図面を参照した以下の実施例の説明より明らかになる。

【0024】

【実施例】図1に本発明の、1つの車両上に搭載された一実施例を示す。回転機構170で支持されたテレビカメラ160は、画像処理ECU140に接続されている。回転機構170は、回転駆動用の電気モータおよび減速機を内蔵するものであり、減速機の出力回転軸にカメラ160が固着されている。回転機構170は、フレームで支持され、車両の車内のフロントウィンドウの中央上部付近に設置されており、テレビカメラ160は、車両前方のシーンを撮影して画像信号を出力する。

【0025】道路がカーブしている場合は、カメラが路面から外れた方向を撮影してしまう可能性が高い。したがってこの実施例では、回転機構170でカメラ160を支持して、画像処理ECU140により、車両前方の走行レーン検出、レーンのカーブ半径Rの算出、レーン幅算出、自車両のレーン逸脱量(偏位量)算出、自車走行レーン上前方障害物の検出、前方障害物までの距離 x_o の算出、前方障害物との相対速度 v_o の算出および相対加速度 a_o の算出を行ない、これらの算出値 x_o 、 v_o および a_o を表わすデータは、画像処理ECU140の内部のDMA転送用のメモリの、ブレーキ制御ECU10宛てデータ格納領域に書込む。ブレーキ制御ECU10(のCPU)は、所要のときにDMA転送を使用して、該領域のデータを読み込むことができる。障害物を検出しないときには、カメラ160の視野中心をレーン中央に合すように、カメラ160をステアリングする。カメラ視野内に障害物(例えば先行車)が存在するときは、該障害物を視野中心に置くようにカメラ160をステアリングする。

【0026】カメラ160と画像処理ECU140の構成と機能は、前記特開平6-213660号公報に、また、カメラ160のステアリングに関する構成と機能は、前記特開平9-96507号公報に開示されたものと類似である。カメラの撮影画像を画像処理して走行レーンを区画する左、右白線を検出し、車幅中央の車両前後軸と、左白線(検出線)との横方向距離 X_L および右白線(検出線)との横方向距離 X_R を算出する。この処理技術は、前記特開平6-213660号公報に開示されたものである。この実施例では画像処理ECU140は更に、走行レーンに対する車両の左側逸脱量および右側逸脱量を算出する。そして、左、右逸脱量のうち、大きい値の方を、レーン逸脱量とする。

【0027】そしてこのレーン逸脱量およびそれが左側、右側のいずれであるかの情報を、レーン検出データ有効、レーンカーブ半径R、障害物検出有無、ならびに、障害物検出有のときは、障害物までの距離(相対距離) x_o 、障害物との相対速度 v_o および相対加速度 a_o 。

を表わす情報と共に、画像処理ECU140の内部のDMA転送用のメモリの、クルーズ制御ECU100宛てデータ格納領域に書込み、走行レーン検出が不成功のときには「無効」を該領域に書込む。

【0028】クルーズ制御ECU100(のCPU)は、所要のときにDMA転送を使用して、該領域のデータを読み込むことができる。クルーズ制御ECU100の主たる機能は、クルーズ制御(定速走行制御/車間距離制御)およびレーン逸脱制御である。クルーズ制御ECU100は、これらの制御を実行中か否かにかかわらず、画像処理ECU140が障害物を検出しているときには、相対速度 v_o と自車速度から障害物の移動速度を算出し、該移動速度が零(障害物が静止物)のときには相対距離目標値 x_r に固定値(3m)を与えかつ相対速度目標値 v_o に零を与える。移動速度が零を越える(障害物が先行車両)のときには、移動速度に予め対応付けられている車間距離値を相対距離目標値 x_r に与えかつ、定速走行制御、車間距離制御あるいはレーン逸脱制御のいずれかを実行中には、その制御を実行するアルゴリズムで定まる値を相対速度目標値 v_o に与え、いずれの制御も実行していないと相対速度目標値 v_o に零を与える。

【0029】そしてクルーズ制御ECU100は、画像処理ECU140から読込んだ情報(障害物検出有無、ならびに、障害物検出有のときは、相対距離 x_o 、相対速度 v_o および相対加速度 a_o)、設定した相対距離目標値 x_r および相対速度目標値 v_o 、ならびに、定速走行制御、車間距離制御又は逸脱制御の有無と有のときには車輪ブレーキ操作情報(指示)を、クルーズ制御ECU100の内部のDMA転送用のメモリの、ブレーキ制御ECU10宛てデータ格納領域に書込む。

【0030】車輪ブレーキ液回路30は、ブレーキペダル、バキュームブースタおよびブレーキマスタシリンダを含み、運転者のブレーキペダル踏み(踏力)に対応するブレーキ圧を発生する第1ブレーキ圧源、モータ駆動されるポンプにより第2圧力を発生する第2ブレーキ圧源、第1圧力と第2圧力の一方を選択的に車輪ブレーキ51~54に供給する車輪ブレーキ圧操作の電磁弁、および、各車輪ブレーキに各1対備わった、対の増圧用電磁弁と減圧用電磁弁、を含み、前記特開平8-207737号公報に開示されたものである。

【0031】前右、前左、後右および後左の車輪51~54それぞれの回転速度を車輪速度センサ41~44のそれぞれが検知し、各車輪速度を表わす電気信号(車輪速度信号)をブレーキ制御ECU10に与える。ブレーキペダルの踏み中閉となるブレーキスイッチSW45が、その開(ペダルの踏みなし:オフ)/閉(ペダルの踏みあり:オン)を表わす電気信号をブレーキ制御ECU10に与える。車体のヨーレートをヨーレートセンサYAが検知し、ヨーレート(実ヨーレート) y を表

わす電気信号を発生してブレーキ制御ECU10に与える。ステアリングホイールの回転角度を前輪舵角センサ θF が検知し前輪舵角 θf を表わす電気信号をブレーキ制御ECU10に与える。後輪の舵角は後輪舵角センサ θR が検知し後輪舵角 θr を表わす電気信号をブレーキ制御ECU10に与える。前輪ステアリング機構に加わるステアリングトルク T_r をトルクセンサSTが検出してステアリングトルク T_r を表わす電気信号をブレーキ制御ECU10に与える。車体の前後加速度 g_x （正値が狭義の車両加速度、負値が車両減速度）を加速度センサ（GXセンサ）が検知し前後加速度を表わす電気信号をブレーキ制御ECU10に与える。車体の横加速度 g_y を加速度センサ（GYセンサ）が検知し横加速度を表わす電気信号をブレーキ制御ECU10に与える。

【0032】ブレーキ制御ECU10は、これらのセンサ、スイッチ等の情報を読み込み、しかも、クルーズ制御ECU100のDMA転送用のメモリの、ブレーキ制御ECU10宛てデータ格納領域の、上述の各種データ（障害物検出有無、相対距離 x_o 、相対速度 v_o 、相対加速度 a_o 、相対距離目標値 x_f 、相対速度目標値 v_f 、および、その他）を読み込み、「ブレーキ制御処理」

（5）、「車両自動制動」（6）および「方向補正処理」（7）を実行する。

【0033】「ブレーキ制御処理」（5）には、車体ドリフト量及び車体スピン量を推定し、その推定値に基づいて車両旋回が過不足領域にあるかを判定し過不足領域にあると車輪ブレーキ圧を増圧する車輪ブレーキを決定し、決定した車輪ブレーキに、車輪ブレーキ液回路30を介してブレーキ圧力を供給する車輪ブレーキ圧配分制御が含まれ、この配分制御には、全輪ブレーキを対象とする「B-ST R制御」と後2輪のブレーキを対象とする「2-B D C制御」とがあり、全輪ブレーキを対象とする「B-ST R制御」には更に、オーバステアを抑制するための「B-ST R-O S」制御とアンダーステアを抑制するための「B-ST R-U S」制御の2つがある。「ブレーキ制御処理」（5）には更に、「ABS制御」（アンチスキッド制御）および「T R C制御」（トラクションコントロール）も含まれる。

【0034】「車両自動制動」（6）は、前方障害物に対する過接近回避のための自動制動を行なうものであり、図7に示す制動プロフィールを生成してこれに従って自動制動を行なう。この内容は、後に詳細に説明する。

【0035】「方向補正処理」（7）は、画像処理ECU140が検出した、自車走行レーンに対する自車の逸脱量に対応するヨーレート目標値を算出して、実際の車両ヨーレートが目標値に合致するように車輪ブレーキ圧配分制御を行なうものである。制動力配分制御によるステアリングが不十分となるときには、4WS制御ECU60にステアリング指示を与え、また、スロットル制御ECU80にサブスロットルの閉指令を与えて、後輪ステ

アリング駆動器70にて補助ステアリングを行ない、スロットル駆動器90にてエンジンのサブスロットルを閉じてエンジン出力を下げる。これらの制御の内容は、前記特開平8-207737号公報に提示したものである。

【0036】図2に、ブレーキ制御ECU10の処理機能の概要を示す。動作電圧が加わるとブレーキ制御ECU10（のCPU）は、内部レジスタ、入出力ポートおよび内部タイマを初期状態に設定し、ECU10内の入、出力インターフェイスを、待機時の入力読取接続および出力信号レベルに設定する（ステップ1）。なお、以下においては、カッコ内には、ステップとかサブルーチンという語を省略してそれらの番号のみを記す。

【0037】そして、制御処理周期を定めるためのタイマTbをスタートして（2）、入力読取り（3）から「DMAメモリのデータ更新」（8）までの処理を実行してタイマTbのタイムオーバを待ち（9）、待っている間、ECU10内の電気回路の状態をチェックして（10）、異常の有無を判定する（11）。異常が無く、タイマTbがタイムオーバすると、またタイマTcをスタートして（2）、入力読取り（3）から「DMAメモリのデータ更新」（8）までの処理を実行する。かくして、ECU10内の電気回路に異常が無いと、ステップ2～9を、実質上Tb周期で繰返し実行する。

【0038】入力読取り（3）にて、操作、表示ボード20の入力ならびにセンサ41～45、YA、 θF 、 θR 、ST、GX、GYの検出信号を読み込むと、「ブレーキ制御処理」（5）、「車両自動制動」（6）および「方向補正処理」（7）にて参照する状態情報を、DMA転送で、クルーズ制御ECU100から読む（4）。すなわち、ECU100の内部のDMA転送川のメモリ上の、ブレーキ制御ECU10宛てのデータ書込領域の、障害物検出有無、相対距離 x_o 、相対速度 v_o 、相対加速度 a_o 、相対距離目標値 x_f 、相対速度目標値 v_f 、および、その他を、DMA転送で読む。

【0039】次に「ブレーキ制御処理」（5）を実行する。この内容は前記特開平8-207737号公報に開示のものと同様であるが、この実施例では、「2-B D C制御」および「B-ST R制御」のいずれかの車輪ブレーキ圧制御を行なうとき、ECU100からの方向補正指令を受けていると、ECU100からの指令値（レーン逸脱量、カーブ半径R）に基づいてブレーキステア用の目標ヨーレート yawO を算出し、かつ、「2-B D C制御」および「B-ST R制御」用にECU10が生成した車輪ブレーキ圧配分制御の目標ヨーレートを、クルーズ制御ECU100が指示したブレーキステア用の目標ヨーレート yawO 分補正（バイアス）して、補正した目標ヨーレートに対応して車輪ブレーキ圧配分を決定する。これにより、クルーズ制御ECU100が意図するブレーキステアが、ブレーキ制御ECU10によって実行される。

【0040】次に「車両自動制動」(6)を実行する。これは、障害物(自車走行レーン上の前方の静止物又は走行中の先行車)に対する過接近回避のために自動制動するものであり、そのアルゴリズムの概要をここで説明する。

【0041】障害物検出有無データが、障害物無しから障害物ありに切換わると、そこで図7に示す制動プロフィールを想定し、現在の障害物との相対距離 x_0 [m]、相対速度 v_0 [m/sec] および相対加速度 a_0 [m/sec²] に対応して、相対距離(x_0)が相対距離目標値 x_f [m] 以下になるときに、相対速度(v_0)を相対速度目標値 v_f [m/sec] 以下とするに必要な、車輪ブレーキ51～54のブレーキ圧による制動レベル a_t (負値であり減速度、単位はg)、遅延時間 t_d 、増強時間 t_r 、保持時間 t_c および低減時間 t_f (いずれもsec)を算出する。

【0042】遅延時間 t_d は、車輪ブレーキ51～54に対して、実質上ブレーキ力は発生しないが制動子の遊び分の駆動は行なう程度のブレーキ圧の印加は行なっても、車輪にブレーキ力は実質上与えない、現時点(制動

実効ブレーキ力の印加を開始するまでのブレーキ力印加保留時間である。増強時間 t_r は制動レベルを0から $a_t = a_0 + a_b$ まで立上げる時間、保持時間 t_c は a_t を維持する時間、低減時間 t_f は制動レベルを a_t から0に立下げる時間である。なお、遅延時間 t_d および保持時間 t_c は零の場合があり得る。

【0043】制動をかけるとき、乗員に与える減速度は、零から緩やかに立上って次第に値が大きくなり、ピーク値近くで緩やかに飽和しそしてそれから緩やかに立下って次第に値が小さくなり、零近くでまた緩やかに立下る、円滑な減速プロフィールとなるべきである。そうであると乗員の快適を損う可能性が低い。高い減速度のみならず、立上り、立下り速度が高い減速度変化(減速度の微分値)は、乗員に不快を与える。そこで本実施例では、次の【数1】に示すように、減速度の立上げおよび立下げをcos関数とした。【数1】は、図7に示す制動プロフィール上の制動レベル(単位は重力の加速度g)を表わすものである。

【0044】

【数1】

13

14

$$a(t) = a_0 \quad \dots (11)$$

$$a(t_d) = a_0 \quad \dots (12)$$

$$a(t_1) = a_0 + \frac{a_b}{2} \left[1 - \cos \left(\frac{\pi}{t_r} (t - t_d) \right) \right] \quad \dots (13)$$

$$a(t_1) = a_0 + a_b = a_t \quad \dots (14)$$

$$a(t_2) = a_0 + a_b = a_t \quad \dots (15)$$

$$a(t_2) = a_0 + a_b = a_t \quad \dots (16)$$

$$a(t_3) = \frac{(a_0 + a_b)}{2} \left[1 + \cos \left(\frac{\pi}{t_f} (t - t_2) \right) \right] \quad \dots (17)$$

$$a(t_3) = 0 \quad \dots (18)$$

\hat{a}_0 : 制動プロファイルの計算をした時刻 ($t=0$) の、
前方障害物に対する自車両の相対加速度 (計算値)

\hat{a}_b : 自動ブレーキングによる制動レベル変化量 (計算値)

\hat{a}_t : 自動ブレーキングによる制動レベルピーク値 (計算値)

$$\hat{a}_t = \hat{a}_0 + \hat{a}_b$$

t_d : 自動ブレーキングの、開始遅延時間

t_r : 自動ブレーキングの、制動レベル増強時間

t_c : 自動ブレーキングの、定レベル保持時間

t_f : 自動ブレーキングの、制動レベル低減時間

$$t_1 = t_d + t_r$$

$$t_2 = t_d + t_r + t_c$$

$$t_3 = t_d + t_r + t_c + t_f$$

【0045】横軸 (時間軸) 原点 ($t=0$) から制動レベル (g) を順次積分する一次積分は、速度 (制動により順次低下する速度) を表わし、一次積分 (速度) の積分すなわち制動レベル (g) の二次積分は距離 (制動中の走行距離) を表わす。

【0046】障害物が静止物の場合は、相対速度を v_0 から目標値 $v_f=0$ とするように制動するので、制動中の相対距離変化量 ($d = x_0 - x_f$) は、いわゆる停止距離である。障害物が先行車の場合は、その走行速度に対応付けられた車間距離が相対距離目標値 x_f に設定され、通常の場合は相対速度目標値 $v_f=0$ とする、制動による車間距離制御となるので、その場合は、制動中の相対距離変化量 ($d = x_0 - x_f$) は、文字通り、自車車速を先行車の車速に合わせるための制動減速中の相対距離変化量である。

【0047】図7に示す制動プロファイルの二次積分式 (制動中の相対距離変化量 d を表わす式) に、該制動プロファイルの実行によって、相対距離が相対距離変化量 d

$= x_0 - x_f$ 分変化する間に相対速度を v_0 から v_f とするとの条件を与えて、制動プロファイルを規定する制動レベルピーク値 a_t 、増強時間 t_r 、低減時間 t_f および遅延時間 t_d を表わす各数式を導びくと、それぞれ次の〔数2〕～〔数5〕に示すものが得られる。また、図7に示す制動プロファイルの一次積分式 (制動中の減速量) を表わす式に、制動開始時の相対速度 v_0 および制動終了時の相対速度 v_f を与えて、制動プロファイルを規定する保持時間 t_c を表わす数式を導びくと、〔数6〕に示すものが得られる。

【0048】図7に示す制動プロファイルは、前方障害物との距離が x_0 、相対速度が v_0 、相対加速度が a_0 の時点 (制動プロファイル算出時刻) から、遅延時間 t_d 後に制動力を印加しかつその立上げを開始して、該開始から増強時間 t_r 後に制動レベルをピーク値 a_t とし、それから保持時間 t_c の間制動レベルをピーク値 a_t に維持し、保持時間が経過した時点から制動力の立下げを開始して、この立下げ開始から低減時間 t_f 後に制動力を零に

立下げ、これにより制動力が零に戻ったときには相対距離は x_f 、相対速度は v_f としようとするものであり、制動レベルピーク値 a_t は、与えられる条件(x_0 , x_f), (v_0 , v_f)および a_0 と、制動プロフィールを規定する他のパラメータ t_d , t_r , t_c および t_f の影響を受ける。 x_0 , v_0 および a_0 は検出値、 x_f および v_f は目標値(固定値又は指示される値)であり、いずれも与えられる値であるが、遅延時間 t_d 、増強時間 t_r 、保持時間 t_c および低減時間 t_f は、ピーク値 a_t と同様に、算出すべき値である。

【0049】つまり、算出すべき制動レベル a_t 、遅延 $t_r \neq t_f$ のときは、

$$a_t = \frac{b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{-2a} \quad \dots (21)$$

$$a = Q(t_r^2 - t_f^2) \quad \dots (22)$$

$$Q = \frac{\pi^2 - 8}{4\pi^2} \quad \dots (23)$$

$$b = a_0 \left[\frac{(2t_d + t_r)^2}{4} - Qt_r^2 \right] + v_f t_f + v_0 (2t_d + t_r) - 2d \quad \dots (24)$$

$$c = v_f^2 - v_0^2 - a_0 \left[v_0 (2t_d + t_r) + a_0 \frac{(2t_d + t_r)^2}{4} \right] \quad \dots (25)$$

$t_r = t_f$ のときは、

$$a_t = \frac{v_f^2 - v_0^2 - a_0 \left[v_0 (2t_d + t_r) + a_0 \frac{(2t_d + t_r)^2}{4} \right]}{2d - v_0 (2t_d + t_r) - v_f t_r - a_0 \left[\frac{(2t_d + t_r)^2}{4} - Qt_r^2 \right]} \quad \dots (26)$$

V_0 : 制動プロフィールの計算をした時刻($t=0$)の、前方障害物に対する自車両の相対速度(検出値)

V_f : 目標相対速度

d : 自動ブレーキングによって相対速度検出値 V_0 を目標相対速度 V_f にするまでの走行距離(計算値)

$$d = X_0 - X_f$$

X_0 : 制動プロフィールの計算をした時刻の、前方障害物に対する自車両の相対距離(検出値)

X_f : 目標相対距離

【0051】すなわち、所要制動レベル a_t を算出するための〔数2〕は、前方障害物との距離が x_0 。その目標値が x_f 、相対速度が v_0 。その目標値が v_f 、相対加速度が a_0 の時点(制動プロフィール算出時刻)から、遅延時間 t_d 後に制動力を印加しかつその立上げを開始して、該開始から増強時間 t_r 後に制動レベルをピーク値 a_t とし、この時点からただちに制動力の立下げを開始して、この立下げ開始から低減時間 t_f 後に制動力を零に立下げ、これにより制動力が零に戻ったときには相対距離は

時間 t_d 、増強時間 t_r 、保持時間 t_c および低減時間 t_f はそれぞれ、相互に影響し合うパラメータであり、各値を一度に一意的に算出することはできず、各パラメータに仮定的に数種の実値を与えて各値の算出を繰返し、総体的にバランスが取れた各パラメータの値を求める、繰返し計算が必要であり、パラメータ数が多いほど、計算が複雑になり算出に時間がかかる。これらのパラメータの数を低減するために、〔数2〕では、保持時間 t_c は省略している。

10 【0050】

【数2】

目標値 x_f 、相対速度は目標値 v_f (通常の場合 $v_f = 0$)となる制動レベルピーク値 a_t を算出するものとしている。したがって、遅延時間 t_d 、増強時間 t_r および低減時間 t_f を与えれば、制動レベルピーク値 a_t を得ることができる。そこで本実施例では、制動レベル a_t の初回の算出(図3の24)においては、増強時間 t_r および低減時間 t_f に、乗員の快適を損うことのない比較的に大きい値($t_r = 2 \text{ sec}$, $t_f = 4 \text{ sec}$)を、デフォルト値(標準値)として与えている。遅延時間 t_d には、

制動遅れとなる可能性を低くするために、比較的小さい値 ($t_d=0.2\text{sec}$) を、デフォルト値 (標準値) として与えている。

【0052】過接近回避の緊急性が高い場合、例えば相対距離 x_0 が短く相対速度 v_0 が高い場合には、緊急性に応じてそれが高いほど遅延時間 t_d 、増強時間 t_r および低減時間 t_f は短く制動レベル a_t は高くし、過接近回避をできるだけ避ける避けるのが好ましい。そこで、本実施例では、デフォルト値に基づいて算出した制動レベル a_t をチェックして、それが車両上ブレーキシステム (30+51~54) の実効範囲を外れるもの (無効値) であると、実効範囲内の値 (有効値) となるまで遅延時間 t_d 、増強時間 t_r および低減時間 t_f を短くする。遅延時間 $t_d \leq t_{d\text{min}}$ ($=0.2\text{sec}$) かつ増強時間 t_r および低減時間 t_f を許容最短時間 (設定値) にしても制動レベル a_t が有効値とならない場合には、ただちに緊急制動を開始しかつ警報を発生する。

【0053】有効値の制動レベル a_t を算出した場合は、制動レベルの保持時間 t_c を加えて ($t_c > 0$) にし

$$t_r = \frac{b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{-2a} \quad \dots (31)$$

$$a = (a_t - a_0) \left[\frac{a_0}{4} + Q a_t \right] \quad \dots (32)$$

$$Q = \frac{\pi^2 - 8}{4\pi^2} \quad \dots (33)$$

$$b = (a_t - a_0) (v_0 + a_0 t_d) \quad \dots (34)$$

$$c = a_t [a_0 t_d^2 - Q a_t t_f^2 + v_f t_f - 2d] + 2(a_t - a_0) v_0 t_d - a_0^2 t_d^2 + v_f^2 - v_0^2 \quad \dots (35)$$

【0056】

て)、その分制動レベル a_t を下げることができる。例えば、 $d=100\text{m}$ 、 $v_0=80\text{Km/h}$ 、 $a_0=0\text{m/sc}^2$ 、で $t_d=0\text{sec}$ 、 $t_r=4.8\text{sec}$ 、 $t_c=0\text{sec}$ 、 $t_f=4.8\text{sec}$ 、 $a_t=0.42\text{g}$ と算出したとき、 $a_t=0.3\text{g}$ として、 $t_d=0\text{sec}$ 、 $t_r=1\text{sec}$ 、 $t_c=6.5\text{sec}$ 、 $t_f=1\text{sec}$ 、としても、過接近回避が実現する。自動制動の最大ブレーキ力が 0.3g 相当の自動ブレーキシステムの場合にも、 0.42g 以上の制動能力がある自動ブレーキシステムを用いる場合と同様な、過接近回避のための自動制動を実現することが可能となる。

【0054】減速度の立上げ、立下げを \cos 関数とは別の三角関数又は指数関数で近似して同様な制動プロファイルを生成することもできる。その場合、数式は異っても、実質上等しい値の、各値 (a_t 、 t_d 、 t_r 、 t_c および t_f) が算出される。しかしながら、各 Q 値は、採用する数式によって異なる。

【0055】

【数3】

【数4】

19

20

$$t_f = \frac{b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{-2a}$$

... (41)

$$a = -Q a_t^2$$

... (42)

$$Q = \frac{\pi^2 - 8}{4\pi^2}$$

... (43)

$$b = a_t v_f$$

... (44)

$$c = a_0 \left[\frac{(a_t - a_0)}{4} T_1^2 - Q a_t t_r^2 - v_0 T_1 \right]$$

$$+ a_t [Q a_t t_r^2 + v_0 T_1 - 2d] + v_f^2 - v_0^2$$

... (45)

$$T_1 = 2t_d + t_r$$

... (46)

【0057】

【数5】

21

22

$a_0 \neq 0$ のときは、

$$t_d = \frac{b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{-2a} \quad \dots (51)$$

$$a = a_0 (a_t - a_0) \quad \dots (52)$$

$$b = (a_t - a_0) (a_0 t_r + 2v_0) \quad \dots (53)$$

$$c = a_0 \left[\left(\frac{(a_t - a_0)}{4} - Q a_t \right) t_r^2 - v_0 t_r \right] + a_t [Q a_t T_2 + v_f t_f + v_0 t_r - 2d] + V \quad \dots (54)$$

$$Q = \frac{\pi^2 - 8}{4\pi^2} \quad \dots (55)$$

$$V = v_f^2 - v_0^2 \quad \dots (56)$$

$$T_2 = t_r^2 - t_f^2 \quad \dots (57)$$

$a_0 = 0$ のときは、

$$t_d = \frac{1}{2v_0} \left[2d - v_0 t_r - v_f t_f - \frac{(v_f^2 - v_0^2)}{a_t} - Q a_t (t_r^2 - t_f^2) \right] \quad \dots (58)$$

【0058】

$$t_c = \frac{2(v_f - v_0) - a_t(t_r + t_f) - a_0(2t_d + t_r)}{2a_t} \quad \dots (61)$$

【0059】制動プロフィルの形状に加えて、増強時間 t_r および低減時間 t_f の各値が、乗員に対する快、不快感に大きな影響を及ぼす。各時間が短いほど制動による減速度の変化速度（減速度の微分値の絶対値）が大きく、不快感が大きくなる。一方、この変化速度を小さくするために増強時間 t_r および低減時間 t_f の各値を長くすると、過接近回避には不十分な減速度となる。そこでこの実施例では、増強時間 t_r および低減時間 t_f の各値を、制動システム（30+51～54）の制動能力内で、過接近回避と乗員の快適維持とを可及的に両立するように、走行状態（ x_0 , v_0 , a_0 ）に応じて定める。

【0060】図3に、「車両自動制動」（6）の内容を

示す。これに進むとブレーキ制御ECU10（のCPU）は、障害物があるかをチェックする（21）。すなわち、過接近回避対象となる前方物体があるかをチェックする。それがあると、すでにそれに対する過接近回避のための自動制動を設定している（制動は開始していないが、制動プロフィルを算定して自動制動に設定している状態、すなわち遅延時間 t_d の経過待ち状態、も含む）かをチェックする（22）。すなわち、ブレーキ制御ECU10の内部メモリに割り当てたレジスタCPに1（自動制動を設定中）が書込まれているかをチェックする。設定中でない（CPのデータは0）であると、レジスタCPに1を書込み（23）、制動レベル a_t を設

定する(24)。

【0061】図5に、この「 a_t を設定」(24)の内容を示す。ここではまず、緊急制動要情報(「1」)を書込むためのレジスタ nva_t をクリアして(71)、前記〔数2〕に従って、目標減速度すなわち目標制動レベル a_t (図7上の $a_b + a_o$ に相当する値)を算出する(72)。ここでは、算出開始点であるので、 t_r および t_f には大きな値のデフォルト値 ($t_r = 2\text{sec}$, $t_f = 4\text{sec}$)を与え、 t_d には最小値 t_{dmin} ($=0.2\text{sec}$)を与える。

【0062】ブレーキ制御 ECU10 は次に、算出した所要制動レベル a_t が有効値(設定値以下の減速度。正值を加速度、負値を減速度とする広義の加速度値表現では、設定値以上の加速度)であるかをチェックする(73)。仮に無効値(設定値を越える大きな減速度値)であると、有効値とするために、 t_d 、 t_r および t_f を1ステップ小さい値に更新して、前記〔数2〕に従って、目標制動レベル a_t を再度算出し、それが有効値となったかをチェックする(74~82)。有効値の目標制動レベル a_t が得られるまでこれを繰返すが、その間に、
10 増強時間 t_r 又は低減時間 t_f が下限値 t_{rmin} 又は t_{fmin} 未満になると、乗員に対して快適かつ過接近回避可の自動制動は不可能と見て、緊急制動要を示す1をレジスタ nva_t に書込んで(83)、図3に示す「緊急制動」(57)に進む。遅延時間 t_d が最低値 t_{dmin} ($=0.2\text{sec}$)未満になると、最低値 t_{dmin} に強制設定する(79、80)が、「緊急制動」(57)には進まない。

【0063】増強時間 t_r および低減時間 t_f のいずれも下限値 t_{rmin} 、 t_{fmin} 以上、かつ、目標制動レベル a_t は有効値、になると、保持時間 t_c を定めるための、図3の「 t_c を設定」(26)に進む。

【0064】図6に、この「 t_c を設定」(26)の内容を示す。ここではまず、緊急制動要情報(「1」)を書込むためのレジスタ nvt_c をクリアして(91)、

- 第1領域(低減速度領域)： $a_{max}/4$ 以上、
- 第2領域(低減速度領域)： $a_{max}/4$ 未満かつ $a_{max}/2$ 以上、
- 第3領域(中減速度領域)： $a_{max}/2$ 未満かつ $3a_{max}/4$ 以上、
- 第4領域(高減速度領域)： $3a_{max}/4$ 未満かつ a_{max} 以上、
- 第5領域(高高減速度領域)： a_{max} 未満。

【0069】目標制動レベル a_t が、どの領域にあるかは、過接近回避のための自動制動の必要性および緊急性を意味する。第1領域にある場合には、必要性および緊急性が低く、第2~5領域と順次高い減速度領域になるにつれて順次に自動制動の必要性および緊急性が高くなる。

1. 目標制動レベル a_t が第1領域にあるとき：ブレーキ制御 ECU10 は、保持時間 $t_c = 0$ を設定し(32)、その時に保持する各値 t_d 、 t_r 、 t_f に対応する目標制動レベル a_t を、〔数2〕に従って算出し(33)、算出した目標制動レベル a_t とその時に保持する

前記〔数6〕に従って、保持時間 t_c を算出する(92)。ここでは、目標制動レベル a_t 、遅延時間 t_d 、増強時間 t_r および低減時間 t_f は、ここまでの処理で設定している値を用いる。相対距離 x_o 、相対速度 v_o および相対加速度 a_o は、ステップ4でクルーズ制御 ECU100 から読込んだ値である。

【0065】ブレーキ制御 ECU10 は次に、算出した保持時間 t_c が有効値すなわち0以上の値であるかをチェックする(93)。仮に無効値(負値)であると、有効値とするために、 t_d 、 t_r および t_f を1ステップ小さい値に更新して、前記〔数2〕に従って、目標制動レベル a_t を再度算出し、それが有効値となったかをチェックする(94~102)。有効値の目標制動レベル a_t が得られるまでこれを繰返すが、その間に、増強時間 t_r 又は低減時間 t_f が下限値 t_{rmin} 又は t_{fmin} 未満になると、乗員に対して快適かつ過接近回避可の自動制動は不可能と見て、緊急制動要を示す1をレジスタ nvt_c に書込んで(105)、図3に示す「緊急制動」(57)に進む。遅延時間 t_d が t_{dmin} 未満になると、 t_{dmin} 強制設定する(79、80)が、「緊急制動」(57)には進まない。

【0066】算出した目標制動レベル a_t が有効値であると再度、前記〔数6〕に従って、保持時間 t_c を算出する(103)。そして算出した保持時間 t_c が有効値であるかをチェックして(104)、無効値であると、また、増強時間 t_r および低減時間 t_f の低減(94、95)以下の処理を行なう。

【0067】算出した保持時間 t_c が有効値であると、図4に示すステップ28に進み、目標制動レベル a_t が、粗い量子化レベル $a_{max}/4$ 、 $a_{max}/2$ 、 $3a_{max}/4$ および a_{max} で区画される次の5領域のいずれにあるかをチェックする(28~31)。なお、この実施例では、 $a_{max} \doteq -0.3g$ である。

【0068】

各値 t_r 、 t_f に対応する遅延時間 t_d を〔数5〕に従って算出し(34)、ここで目標制動レベル a_t が第2領域に移ったかをチェックして(35)、移ると、目標制動レベル a_t を、第1レベル $a_{max}/4$ に更新設定する(39)。そして、目標制動レベル $a_t = a_{max}/4$ に対応する遅延時間 t_d を再計算する(40)。そして、「 t_c を設定」(41；内容は図6に同じ)を実行して、これらの目標制動レベル a_t および遅延時間 t_d に対応する保持時間 t_c を算出する。算出した保持時間 t_c が0以上しかも t_r 、 t_f 共に下限値以上であると、ステップ42を経て、ここまでに算出、設定あるいは変更した

値 t_d 、 t_r 、 a_t 、 t_c および t_f を、制動プロフィールと定め(36)、増強時間 t_r の間に $a_b = a_t - a_o$ まで減速度を立上げるための車輪ブレーキの増圧デューティ値および低減時間 t_f の間に減速度を零に立下げるための車輪ブレーキの減圧デューティ値を時間の関数として算出して、ブレーキ操作量プロフィールとして設定し、時限値が t_d のタイマをスタートし車輪ブレーキの、ブレーキ力は実質上車輪に作用しないが、制動子をブレーキ作用方向に遊び分駆動する初期増圧を開始する(37)。

【0070】ステップ35のチェックで、目標制動レベル a_t が $a_{max} / 4$ 以上であったときには、サブルーチン33で算出した目標制動レベル a_t を変更することなく、サブルーチン36に進み、ここまでに設定あるいは算出した値 t_d 、 t_r 、 a_t 、 $t_c = 0$ および t_f を、制動プロフィールと定め(36)、増強時間 t_r の間に $a_b = a_t - a_o$ まで減速度を立上げるための車輪ブレーキの増圧デューティ値および低減時間 t_f の間に減速度を零に立下げるための車輪ブレーキの減圧デューティ値を時間の関数として算出して、ブレーキ操作量プロフィールとして設定し、時限値が t_d のタイマをスタートし初期増圧を

開始する(37)。

【0071】以上の処理により、制動により調整すべき相対距離変化量 $d = x_o - x_r = 100m$ であった場合、制動レベル a_t は、相対速度 v_o 。(正しくは $v_o - v_r$)に対応して、図8上の、 $a_t \geq a_{max} / 4$ の領域に示す太い実線のように定められる。

2. 目標制動レベル a_t が第2領域にあるとき：ブレーキ制御E C U 10は、目標制動レベル a_t を、第2レベル $a_{max} / 2$ に設定する(43)。そして、上記1.の、 a_t に第1レベル $a_{max} / 4$ を設定したときと同様に、遅延時間 t_d を再計算し(40)、保持時間 t_c を算出し(41)、算出した保持時間 t_c が0以上しかも t_r 、 t_f 共に下限値以上であると、制動プロフィールを定め(36)、ブレーキ操作量プロフィールを設定し時限値が t_d のタイマをスタートして初期増圧を開始する(37)。

3. 目標制動レベル a_t が第3領域にあるとき：ブレーキ制御E C U 10は、目標制動レベル a_t を、第3レベル $3 a_{max} / 4$ に設定する(44)。そして、上記1.の、 a_t に第1レベル $a_{max} / 4$ を設定したときと同様に、遅延時間 t_d を再計算し(40)、保持時間 t_c を算出し(41)、算出した保持時間 t_c が0以上しかも t_r 、 t_f 共に下限値以上であると、制動プロフィールを定め(36)、ブレーキ操作量プロフィールを設定し時限値が t_d のタイマをスタートして初期増圧を開始する(37)。

4. 目標制動レベル a_t が第4領域にあるとき：ブレーキ制御E C U 10は、目標制動レベル a_t を、第4レベル a_{max} に設定する(45)。そして、上記1.の、 a_t に第1レベル $a_{max} / 4$ を設定したときと同様に、遅延

時間 t_d を再計算し(40)、保持時間 t_c を算出し(41)、算出した保持時間 t_c が0以上しかも t_r 、 t_f 共に下限値以上であると、制動プロフィールを定め(36)、ブレーキ操作量プロフィールを設定し時限値が t_d のタイマをスタートして初期増圧を開始する(37)。

5. 目標制動レベル a_t が第5領域にあるとき：この第5領域では、過接近回避を効果的に行なうためには、大きな制動力を必要とし、自動制動の緊急性が高い。しかし、車輪ブレーキシステム(30+51~54)の自動制動に設定された制動能力、略 $a_{max} \approx -0.3g$ 以下、を最大限に利用し、かつ比較的に長い保持時間 t_c を設定することによって過接近回避に有効な制動を実現しなければならず、制動時間が長くなる可能性が高い。そこで、まず遅延時間 t_d に最低値 t_{dmin} を与え(46)、目標制動レベル a_t に最高レベル a_{max} を与えて(47)、他のパラメータはここまでの過程で得ている値を与えて、〔数3〕に従って増強時間 t_r を算出する(48)。次に、ここまでに定めた各値を用いて「 a_t を設定」(54)を実行して、目標制動レベル a_t を再度算出し、必要に応じて t_r 、 t_f を調整する。「 a_t を設定」(54)の内容は、図5に示すものと同じである。

【0072】この再計算により得た目標制動レベル a_t が有効値であると、それが最高レベル a_{max} 以上(車輪ブレーキシステムの制動能力以内)であるかをチェックする(55、56)。 a_{max} 以上であると、保持時間 t_c を算出し(41)、算出した保持時間 t_c が0以上しかも t_r 、 t_f 共に下限値以上であると、ここまでに算出又は設定した各値に基づいた制動プロフィールを定め(36)、ブレーキ操作量プロフィールを設定し時限値が t_d のタイマをスタートして初期増圧を開始する(37)。

目標制動レベル a_t が無効値、もしくは、増強期間 t_r 又は低減期間 t_f がその下限値未満、となったときには、緊急制動(57：図3)に進む。

【0073】以上の処理により、目標制動レベル a_t が有効値、かつ、増強期間 t_r および低減期間 t_f 共にその下限値以上、となったときには、目標制動レベル a_t は、図8上の太い実線のように設定される。

【0074】目標制動レベル a_t が無効値、もしくは、増強期間 t_r 又は低減期間 t_f がその下限値未満、となつて緊急制動(57)に進むと、この状態は、自動制動による過接近回避は無理と推察されるので、緊急制動(57)にて即座に、増強期間 $t_r =$ 下限値 t_{rmin} 、目標制動レベル $a_t = a_{max}$ 、の自動制動を開始し(57)、乗員に対する警報を発生する(58)。

【0075】上述の、ブレーキ操作量プロフィールを設定し時限値が t_d のタイマをスタートして初期増圧を開始(37)した自動制動を、以下では定常自動制動ということにすると、定常自動制動、又は、緊急制動(57)を開始した後、Tb周期で「車両自動制動」(6)に進

む。再度図3を参照されたい。

【0076】「車両自動制動」(6)に進入すると、ブレーキ制御ECU10はまず、前方物体が継続して存在するかをチェックし(21)、存在すると、自動制動(定常自動制動又は緊急制動)の実行中(レジスタCPのデータが1)かをチェックし(22)、実行中であると、緊急制動中であるかをチェックする(59)。

【0077】緊急制動中でないと定常自動制動中であるので、サブルーチン36で設定した制動プロファイルの、現時刻宛ての目標制動レベル a_p に、現在の相対加速度 a_o が実質上合致するかをチェックする(60)。実質上合致すると、サブルーチン36で設定した制動プロファイルをその通り実行している場合に現時刻にもたらされるはずの相対速度 v_p および相対距離 x_p を算出し(61)、それら(推定値)が、画像処理ECU140が検出した現在値 v_o および x_o と実質上合致するかをチェックする(62, 63)。すなわち、ステップ60~63にて、実質上制動プロファイルの通りに、自動制動が進行しかつ車両の減速が実現しているかを検証する。

【0078】その通り実現していると、現行の相対速度 v_o 。(画像処理ECU140の検出値)が、目標相対速度 v_r に実質上合致したか(制動プロファイルの終点となった)かをチェックする(64)。合致していると、ブレーキペダルの踏込みがあったかを、ペダルスイッチ45の信号から判定し、ペダル踏込みがあると自動制動を解除し警報を解除し、レジスタCPをクリアする(67, 68)。

【0079】現行の相対速度 v_o が目標相対速度 v_r に低下していないと、「プロフィール出力」(65)にて、車輪ブレーキ液回路30のブレーキ操作量を、サブルーチン37で設定した、現時刻宛ての操作量に更新する。車輪ブレーキ液回路30の中の車輪ブレーキ圧操作の電磁弁には、車輪ブレーキ増圧用と減圧用のものがあり、両電磁弁共に閉弁であると車輪ブレーキ圧はホールド(定値保持)である。

【0080】増圧用電磁弁が開弁であると昇圧であって開弁と閉弁を1サイクルとしてそれを繰返す開閉のデューティ(開弁時間/1サイクル時間)すなわち増圧デューティによって、昇圧速度が定まる。増強期間 t_r では、ブレーキ操作量は、 a_t 、 t_r と期間内時刻(t)に対応する増圧デューティであり、これに従って増圧用電磁弁が開閉駆動され、これにより、図7上の t_r 期間に示すcos状の減速度上昇が車両に現われる。

【0081】保持期間 t_c は車輪ブレーキ圧をホールドする期間であり、その間、増圧用電磁弁および減圧用電磁弁が共に閉弁に維持される。

【0082】減圧用電磁弁が開弁であると降圧であって開弁と閉弁を1サイクルとしてそれを繰返す開閉のデューティ(開弁時間/1サイクル時間)すなわち減圧デューティによって、減圧速度が定まる。低減期間 t_r で

は、ブレーキ操作量は、 a_t 、 t_r と期間内時刻(t)に対応する減圧デューティであり、これに従って減圧用電磁弁が開閉駆動され、これにより、図7上の t_r 期間に示すcos状の減速度低下が車両に現われる。

【0083】「プロフィール出力」(65)は、制動プロフィール対応のブレーキ操作量プロフィール(時間をパラメータとするブレーキ操作量)の中の、現時刻対応の操作量を摘出して、それを車輪ブレーキ液回路30の増、減圧電磁弁を操作する出力とする処理を行なうものである。

【0084】「緊急制動」(57)は、 $t_d=0$ 、 $t_r=t_{rmin}$ 、 $a_t=a_{max}$ の自動制動を開始するものであり、これを開始していると、その後「車両自動制動」(6)に進入し、ステップ59から70Cに進んでブレーキペダルの踏込みがあったかをチェックし、踏込みが検知されないと、相対速度 v_o が実質上 v_r にならない限り、「プロフィール出力」(65)で、 $t_r=t_{rmin}$ の間は、 t_{rmin} の間に減速度を a_{max} に立上げる車輪ブレーキ圧の増圧を行ない、 $t_r=t_{rmin}$ の経過後は車輪ブレーキ圧をホールドとする。相対速度 v_o が実質上 v_r になるか、あるいはブレーキペダルの踏込みがあると、この自動制動(緊急制動)を解除し、警報も解除する(70C/64-67-68)。

【0085】自動制動(定常自動制動又は緊急制動)中に、前方物体なしになると、ステップ21, 69を経て、自動制動を解除し警報を解除して(70A)、レジスタCPをクリアする(70B)。

【0086】以上に説明した自動制動アルゴリズムに、 $x_o=53m$ 、 $x_r=3m$ 、 $d=x_o-x_r=50m$ 、 v_o 各値、 $a_o=0$ および $v_r=0$ 、を与えて、 v_o 各値の制動プロフィールを算出した結果を、図9に示す。図9上に矢印線で示す t_d 、 t_r 、 t_c および t_r は、相対速度 $v_o=24km/h$ の場合の各時間長を意味し、そのときの制動レベル a_t の値は、 $a_{max}/4$ より低い値である。図9上の相対速度 v_o の各値において横軸(時間軸)方向の点々塗り潰し領域が増強時間 t_r 、その前(左側)の白空間が遅延時間 t_d 、黒塗り潰し領域が低減時間 t_r 、増強時間 t_r と低減時間 t_r の間の白空間が保持時間 t_c である。

【0087】以上に説明した実施例では、相対距離 x_o 、その目標値 x_r 、相対速度 v_o 、その目標値 v_r および相対加速度 a_o に対応して、制動レベル a_t 、遅延時間 t_d 、増強時間 t_r 、保持時間 t_c および低減時間 t_r を算出する。本発明の第2実施例では、例えば図9に示すようにそれらの算出値を予め得て、メモリ(データベース)に格納しておき、制動プロフィールの算出(前述のステップ24~41に対応する処理)では、そのときの相対距離 x_o 、その目標値 x_r 、相対速度 v_o 、その目標値 v_r および相対加速度 a_o に対応した制動プロフィールデータ(a_t 、 t_d 、 t_r 、 t_c および t_r)をデータベースか

ら読み出す。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施例を示すブロック図である。

【図 2】 図 1 に示すブレーキ制御 ECU 10 の処理機能の概要を示すフローチャートである。

【図 3】 図 2 に示す「車両自動制動」(6) の内容の一部を示すフローチャートである。

【図 4】 図 2 に示す「車両自動制動」(6) の内容の残部を示すフローチャートである。

【図 5】 図 3 に示す「 a_t を設定」(24) の内容を 10 示すフローチャートである。

【図 6】 図 3 に示す「 t_c を設定」(26) の内容を 示すフローチャートである。

【図 7】 図 3 および図 4 に示す「車両自動制動」(6) にて定められる制動プロファイルの概要を示すグラフである。

【図 8】 図 3 および図 4 に示す「車両自動制動」

(6) にて、相対距離が 100 m の場合に、相対速度に対応して定められる目標制動レベル a_t を示すグラフである。

【図 9】 図 3 および図 4 に示す自動制動アルゴリズムに、 $x_o = 53$ m, $x_r = 3$ m, $d = x_o - x_r = 50$ m, v_o 各値, $a_o = 0$ および $v_r = 0$, を与えて、 v_o 各値の制動プロファイルを算出した結果を示すグラフである。

【符号の説明】

41 ~ 44 : 車輪速度センサ

45 : ブレーキ SW

YA : ヨーレートセンサ

θF : 前輪舵角センサ

θR : 後輪舵角センサ

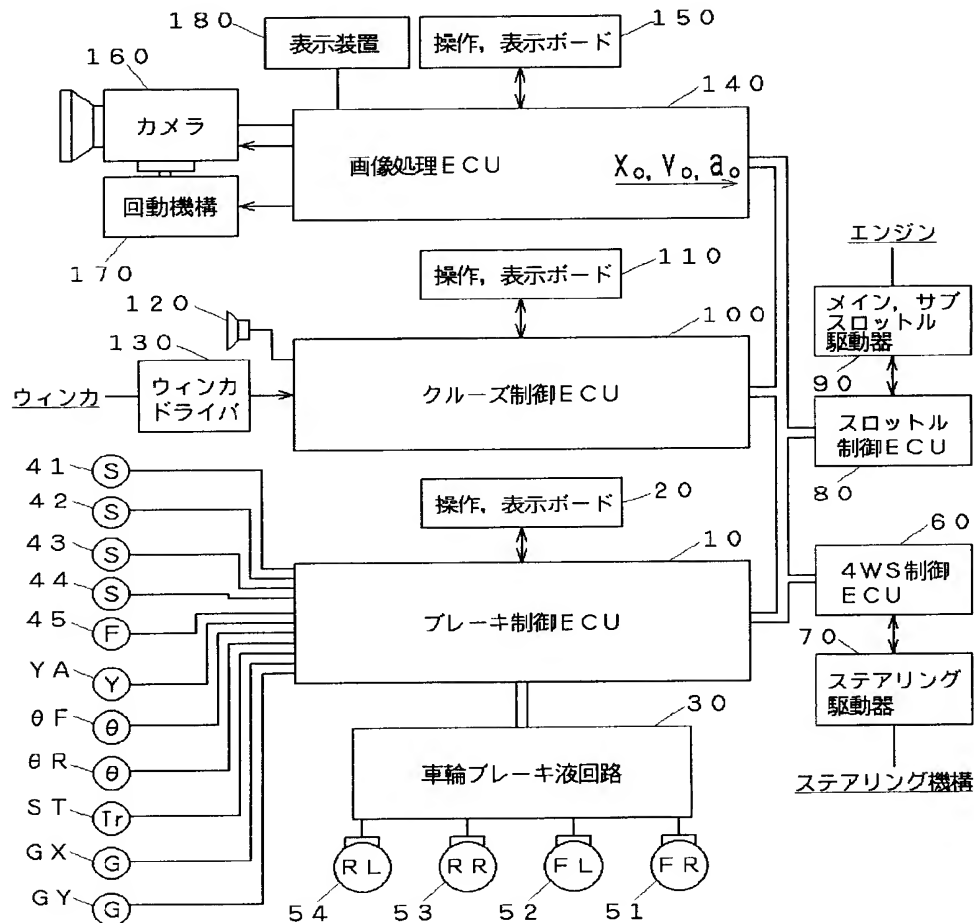
ST : 前輪ステアリングトルクセンサ

GX : 前後加速度センサ

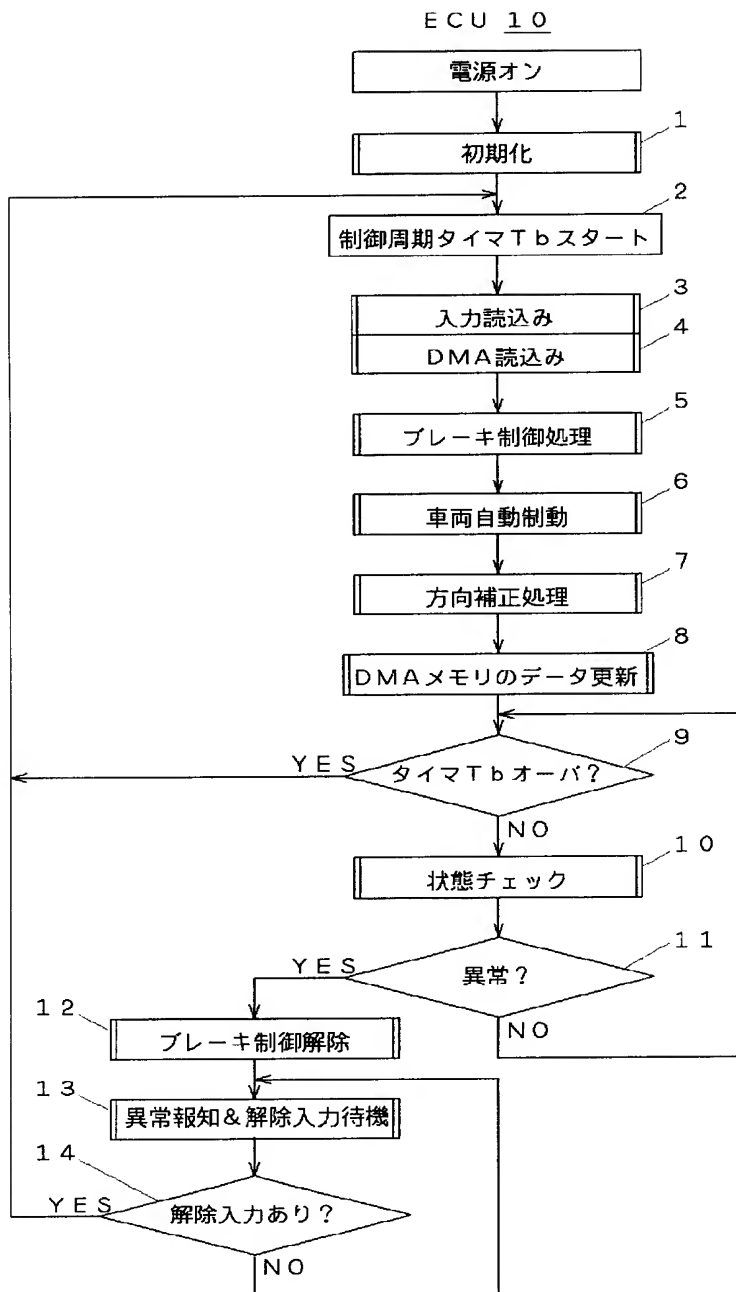
GY : 横加速度センサ

51 ~ 54 : 車輪ブレーキ

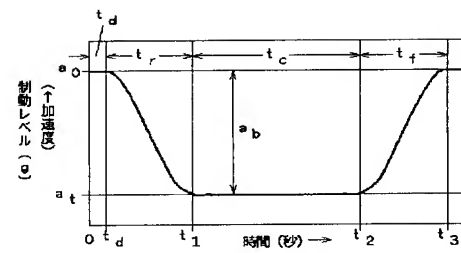
【図 1】



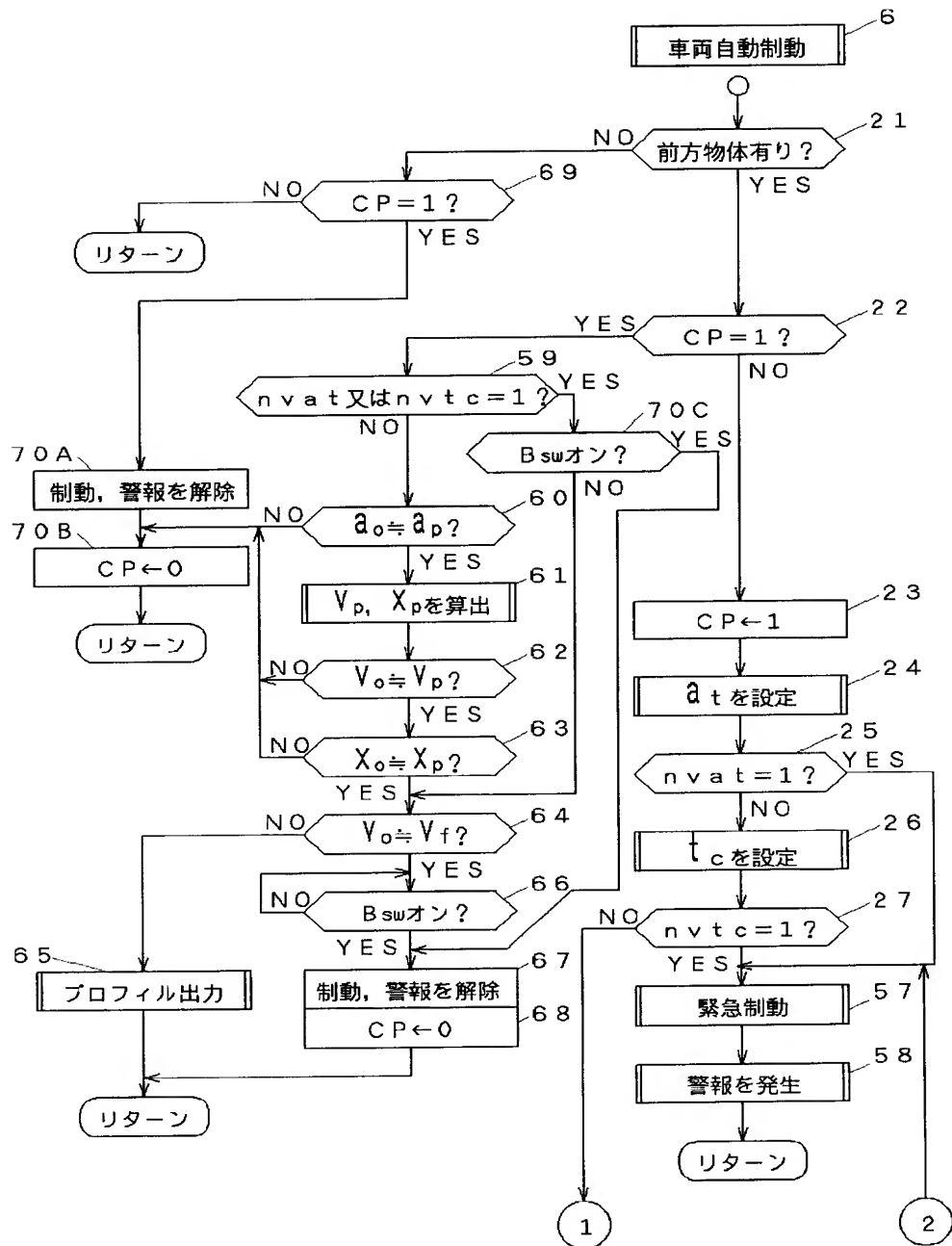
【図2】



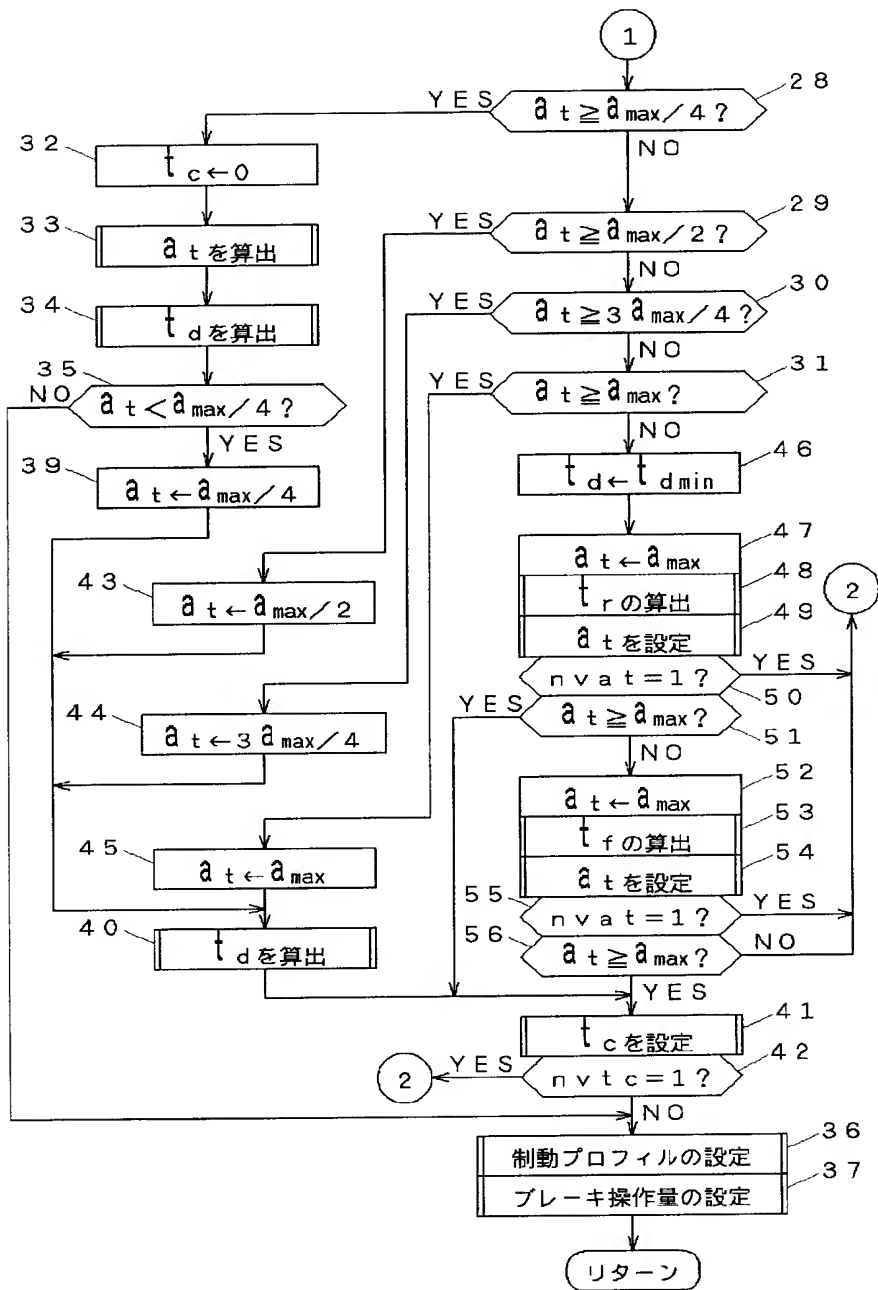
【図7】



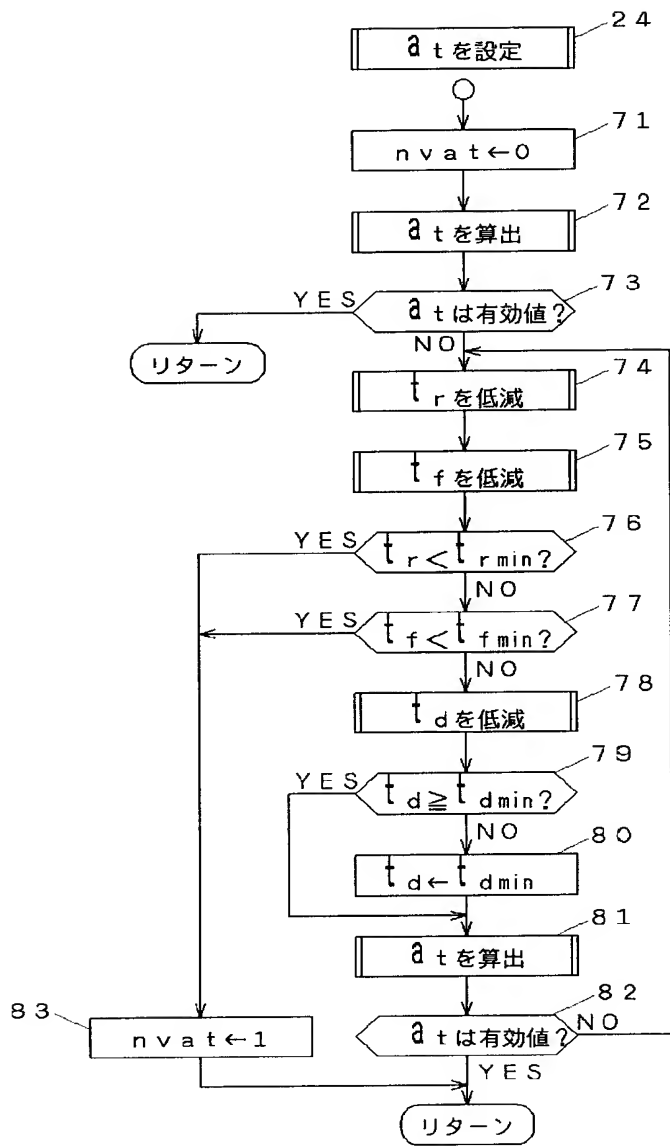
【図 3】



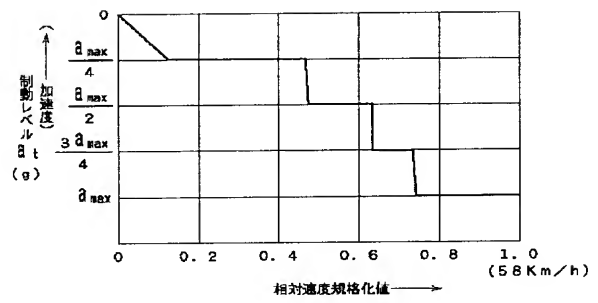
【図4】



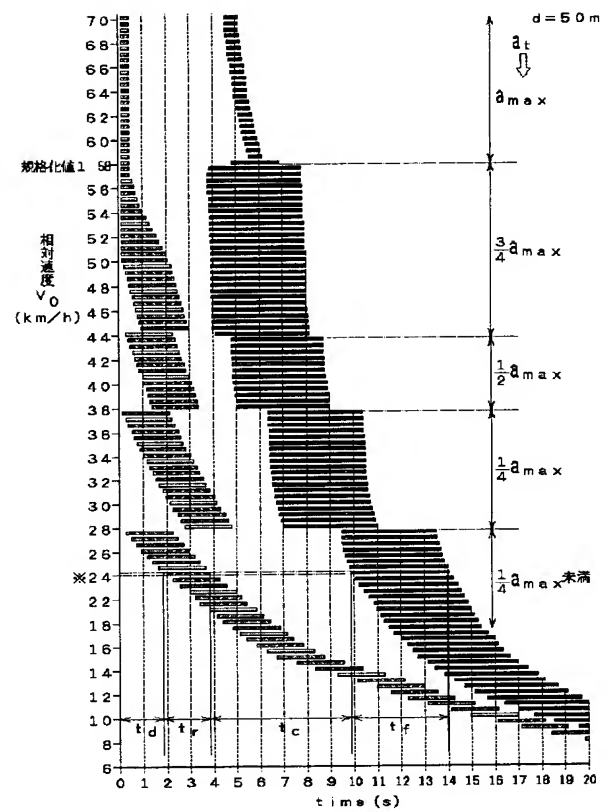
【図5】



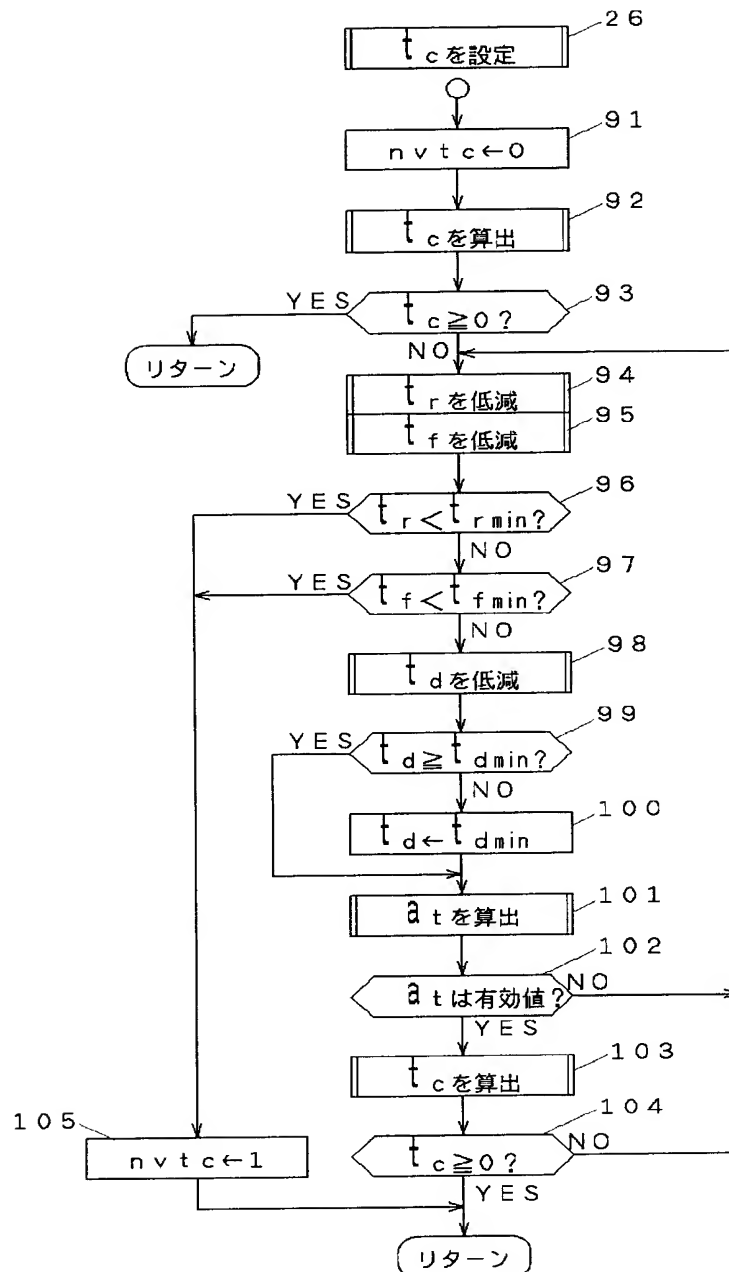
【図8】



【図9】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 スコット アンドリュース
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3D046 BB18 HH20 HH22 HH26 JJ14
 JJ19 JJ21 JJ24 KK11